Z Zakładu Farmakognozji i Botaniki lekarskiej Uniwersytetu Warszawskiego.
Kierownik: Prof. dr. Władysław Mazurkiewicz.

Studja nad Paprotnikiem lekarskim (Aspidium Filix mas. Sw.).

(*Etudes sur la fougère mâle*).

J. M. Dobrowolski.

(Dokończenie)

Różnice w zapatrywaniach, albo też niejasności u różnych przytoczonych autorów dotyczą, jak już wspomniałem, przedewszystkiem rozmieszczenia włosów zewnętrznych i wewnętrznych, historji rozwoju tych włosów, budowy przestworów międzykomórkowych, struktury ścian włosów wewnętrznych i ich chemizmu, różnic pomiędzy włosami wewnętrznymi i zewnętrznymi i wreszcie znaczenia tych włosów i ich funkcji dla życia rośliny. Należałoby więc ustalić

a) co do włosów zewnętrznych na pokoleniu zarodnikonośnem:

czy występują one tylko na powierzchni osadek liściowych, na łuszczkach (paleae), oraz na trzonkach zarodni, a na innych organach nie występują wcale, Tschirch bowiem ([21]) wskazuje tylko te miejsca;

czy występują one tylko na nasadzie łuszczek (paleae), a wyżej, na ich brzegach nie występują zupełnie, jak twierdzi Tschirch ([21] str. 9);

czy włosy te na różnych miejscach występujące są identycznie zbudowane i identyczną funkcję posiadają;

czy wytwarzają one wydzielinę („żywicę") czy nie, wszak Schacht ([2]) już posiadał co do tego wątpliwości;

jaka jest ich zawartość komórkowa;

jaka jest struktura i chemizm ich ścian;

jakie jest ich znaczenie dla życia rośliny;

czy oprócz włosów gruczołowych występują na powierzchni organów inne włosy, mianowicie członkowane włosy ochronne (Lhotak, [19]).

b) co do włosów zewnętrznych na pokoleniu płciowem (na przedroślu):

czy występują one tylko na brzegu przedrośla — jak to można wnioskować z pracy Kny ([10]);

czy są one identyczne z włosami zewnętrznymi na pokoleniu bezpłciowem, oraz z włosami wewnętrznymi, jak to twierdzi Höhlke ([13]);

jakie jest ich znaczenie dla życia rośliny.

c) co do włosów wewnętrznych:

czy powstają one przez wypuklenie się komórek miękiszowych, a następnie oddzielenie wypukliny ścianą poprzeczną (Tschirch);

czy włosy w kłączu, ogonkach (osadkach) liściowych i w blaszkach liści są identyczne co do budowy i co do funkcji;

w jaki sposób odbywa się u nich czynność wydzielania;

jaka jest struktura i chemizm ich ścian; czy posiadają naskórek, czy nie; czy ściana ich jest błonnikowa (Schacht ([2]), Höhlke ([13])), czy skorkowaciała (Zörnig ([20]));

jaka jest zawartość tych komórek, bo np. Höhlke ([13]) znajduje w nich ciałka zieleni oraz ziarna skrobi;

jakie jest ich znaczenie dla życia rośliny.

d) co do przestworów międzykomórkowych:

czy przestwory międzykomórkowe wyścielone są naskórkiem (Schacht, De Bary, Höhlke i in.);

czy wszystkie przestwory zawierają włosy główkowate (Lhotak);

czy liczba włosów w przestworach nie przekracza liczby od jednego do trzech.

c) co do łuszczek (paleae):

jaka jest ich historja rozwoju;

jaka jest struktura i chemizm ich ścian komórkowych;

jaka jest zawartość komórek łuszczki.

II. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA.

W celu otrzymania odpowiedzi na powyższe pytania, przeprowadziłem w Zakładzie Farmakognozji i Botaniki Lekarskiej Uniwersytetu Warszawskiego badania mikroskopowe i mikrochemiczne nad Paprotnikiem lekarskim, używając do nich materjału

muzealnego tego Zakładu oraz roślin żywych hodowanych w Ogrodzie Farmakognostycznym Uniw. warsz. i w jego szklarni. Badania wykonywałem przy użyciu mikroskopu Leitza, posługiwałem się okularem II i objektywami 3, 5, 7, 8; pomiary wykonywałem przy pomocy okularu mikrometrycznego Zeissa III; rysunki wykonane zostały przy pomocy wielkiego aparatu rysunkowego Zeissa.

Rozmieszczenie włosów, ich morfologja i chemizm.

Przedrośle.

Dnia 22 lipca 1922 r. wysiałem zarodniki świeżo zebrane z hodowanych w Ogrodzie Farmakognostycznym U. W. okazów Paprotnika lekarskiego, do skrzynek glinianych z ziemią bogatą w próchnicę i stale wilgotnie utrzymywaną. W połowie września 1922 r. pojawiło się mnóstwo młodych przedrośli, niektóre z nich dorastały 2 *mm* średnicy. Zarodniki, jak się okazało przy tej hodowli, potrzebują do skiełkowania światła, w jednej bowiem ze skrzynek, którą zasłoniłem czarnym grubym papierem, przedrośla do tego czasu zupełnie się nie pokazały. Świetny rozwój przedrośli rozpoczął się jednak dopiero pod koniec miesiąca lutego 1923 r. Przedrośla rzadko tylko ustawione były równolegle do powierzchni ziemi. W szklarni Ogrodu Farmakognostycznego, gdzie były hodowane, światło oświecało niektóre kultury jednostronnie, to też w takich skrzynkach przedrośla były wzniesione swoîm przednim (szerszym, wciętym sercowato) końcem skośnie ku górze („biegun pędowy“) i zwrócone były grzbietną stroną (pozbawioną chwytników) ku światłu. Ostateczna wielkość jaką osiągnęły największe przedrośla nie przekraczała 8 *mm* na długość i szerokość, przeważnie średnica ich wynosiła 5 do 6 *mm*. Powierzchnia przedrośla nigdy nie jest równą, często przedrośle jest skrzydełkowato podniesione po obu stronach linji środkowej, a brzeg przedrośla zawsze jest podgięty ku dołowi, tworząc szeroki wał.

Przedrośle brane z kultury do badania przytrzymuje cząstki gleby zapomocą żółto-brunatno zabarwionych chwytników, wyrastających na spodniej stronie na zaostrzonym końcu przedrośla („biegun korzeniowy“). To też w celu usunięcia tych cząstek przedrośle musi być opłukane w wodzie, zanim wzięte zostanie pod szkiełko mikroskopowe.

Przy badaniu stadjów rozwojowych przedrośla okazało się, że włosy główkowate pojawiają się już we wczesnych stadjach,

mianowicie niekiedy już wówczas, gdy przedrośle stanowi jeszcze tylko nitkę złożoną z kilku (6) komórek, ułożonych jednorzędowo (Rys. 2). Skoro przedrośle osiągnie już postać sercowatą, widzimy, że brzeg jego jest obficie opatrzony włosami główkowatymi. Włosy takie znajdujemy dość licznie również na spodniej stronie przedrośla, mianowicie na przedniej jego części (na „biegunie pędowym“), w pobliżu wcięcia; coraz mniej licznie znajdowałem je pomiędzy chwytnikami ku części tylnej („biegun korzeniowy“) przedrośla.

Włosy te są jednokomórkowe, wydłużone, od nasady nieco rozszerzonej zwężają się stopniowo ku główce, która jest niewielka, szerokością zwykle nawet nie dochodzi szerokości nasady trzonka. Wymiary tych włosów (w mikronach) przedstawiają się w sposób następujący:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa	44,71	36,82	36,82	39,45	42,08	52,60	42,08	52,60	42,08	42,08
długość główki	18,41	13,15	13,15	13,15	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78
szerokość główki	18,41	10,52	13,15	13,15	15,78	15,78	13,15	13,15	13,15	13,15
długość trzonka	26,30	23,67	23,67	26,30	26,30	36,82	31,56	36,82	26,30	26,30
grubość trzonka a	15,78	15,78	15,78	15,78	18,41	21,04	15,78	18,41	15,78	15,78
grubość trzonka b	10,52	7,89	7,89	7,89	10,52	10,52	10,52	9,20	10,52	10,52

a) grubość trzonka u nasady; b) grubość trzonka przy główce, gdzie jest najwęższe miejsce.

Włosy wypełnione są protoplazmą, jądro komórkowe znajduje się w główce, mianowicie zawieszone jest pośrodku jej i otoczone plazmą, która wypustkami swymi łączy się z plazmą ścienną. W plazmie ściennej w główce i w trzonku pogrążone są ciała zieleni w liczbie około 20 do 30; są one mniejsze aniżeli ciałka zieleni zwykłych komórek przedrośla, wielkość ich wahała się od 2,14 mikronów średnicy do 5,7 mikronów długości a 2,85 mikronów szerokości, podczas gdy najmniejsze ciałko zieleni w komórce przedrośla mierzyło 3,56 mikronów średnicy, a największe miało 8,55 mikronów długości, a 5,7 mikronów szerokości. Ciałka zieleni we włosach spełniają intensywnie czynność asymilacyjną, znajdujemy w nich bowiem po dłuższem naświetleniu, np. pod wieczór, ziarna skrobi.

Historja rozwoju tych włosów jest następująca: powstają one jako wypuklina brodawkowata na komórce macierzystej (Rys. 3); wypuklina ta oddzielona zostaje wcześnie ścianą od komórki macierzystej, poczem wyrasta dalej tworząc początkowo palcowaty, zwężający się ku szczytowi wyrostek, później szczyt jej rozszerza się nieco w główkę. Jądro komórkowe w ciągu całego procesu wzrostu znajduje się na szczycie włosa i tam pozostaje do końca, zajmując wreszcie centralne miejsce w główce. Plazma początkowo ściśle wypełnia całą komórkę, po osiągnięciu przez włos ostatecznych kształtów i ostatecznej wielkości wytwarza ona liczne wodniczki. W wyrośniętych włosach w oponie plazmy zauważyć można ziarnistość.

Skoro włos osiągnie kres swego rozwoju, zaczynają się przemiany w jego ścianie. Początkowo — w młodym włosie — ściana główki i trzonka nie wykazuje widocznych różnic w swej strukturze, następnie jednak zauważyć można, że na główce następuje zgrubienie ściany i wytworzenie w niej różnych warstw. Widać mianowicie we wcześniejszych stadjach zróżnicowanie ściany na dwie warstwy: wewnętrzną grubszą i zewnętrzną cieńszą; w ostatecznych stadjach widać, że zewnętrzna warstwa na główce jest podniesiona, a pomiędzy nią a ścianą wewnętrzną występuje jakaś bezbarwna substancja bezpostaciowa, albo tworząca jakby warstwy współśrodkowe (Rys. 4). Że jednak również na powierzchni główki włosa musi być jakaś lepka wydzielina, świadczy bardzo często spotykane zjawisko, że do powierzchni główki przyczepiają się drobne cząstki pyłu, jakie z powietrza dostać się mogą. To samo zauważyłem również u włosów zewnętrznych na młodych roślinkach. W końcu już bez stosowania odczynników widać, że główka włosa pokryta jest jakby czepcem z silnie zróżnicowanej ściany (Rys. 4).

Ściana trzonka nie przedstawia takich przeistoczeń, widać na niej przy użyciu odczynników co najwyżej zróżnicowanie na bardzo delikatną zewnętrzną warstwę i na grubszą warstwę wewnętrzną.

W celu dokładniejszego poznania budowy i chemizmu ścian komórkowych włosa, wykonałem kilka mikrochemicznych barwnych reakcji. Do badania brałem żywe przedrośle.

Chlorek cynku z jodem zabarwił ścianę trzonka oraz wewnętrzną część ściany główki na kolor fioletowy, natomiast zewnętrzną

warstwą czepca na główce, mianowicie naskórek (cuticula) na kolor żółty. Występuje przytem zabarwienie skrobi w ciałkach zieleni.

Jod z kwasem siarkowym zabarwił ścianę trzonka oraz wewnętrzną część ściany główki na kolor niebieski, natomiast naskórek (cuticula) na kolor żółty.

Kwas osmowy zabarwił zawartość plazmatyczną włosa oraz komórek przedrośla na ciemno; zabarwił on również ciemno naskórek na główce, który delikatną warstewką przechodzi na trzonek i na sąsiednie komórki przedrośla. Im starszy był włos, tem wyraźniej widać było ciemne zabarwienie naskórka. Na materjale przechowywanym w alkoholu reakcja z kwasem osmowym była mniej wyraźna.

Sudan III zabarwił szybko i silnie naskórek na główce włosa, czyniący wrażenie czepca; po podgrzaniu preparatu pogrążonego w barwiku, zabarwiła się silnie plazma komórek przedrośla i włosów.

Alkannina dała dość rozmaite obrazy. U włosów już w kilka minut po zanurzeniu preparatu w odczynniku widoczne stały się jądra komórkowe, widoczne się stało rozłożenie plazmy i wodniczek. Wyściółka plazmatyczna ściany jest stosunkowo dość gruba, jądro zawieszone jest pośrodku główki na nitkach plazmatycznych, plazma sama jest silnie zwakuolizowana. — Przedrośla trzymane przez 24 godziny w alkanninie miały zabarwione wszystkie ściany i zawartość komórek przedrośla i włosów. — Przedrośle przez kilka godzin trzymane w Eau de Javelle, następnie wypłókane w wodzie czystej lub zakwaszonej nieco kwasem solnym i przeniesione do alkoholu, po kilkugodzinnem działaniu alkanniną, przepłukaniu gliceryną i w glicerynie badane (Tunmann), wykazało, że w komórkach przedrośla oraz włosów występują krople (tłuszczu) bardzo silnie zabarwione; ściany włosów bardzo słabo zabarwiły się na kolor czerwony, nawet silniej na trzonku niż na główce; barwią się również lekko ściany komórek przedrośla.

Odczynnik Schiffa, którym traktujemy żywe przedrośle, nie dał po 10 minutach, ani po pół godzinie, ani po godzinie żadnej reakcji barwnej; natomiast po dłuższem działaniu odczynnika (przez całą noc) zabarwił się dość silnie fioletowo naskórek na główce włosa, ale również, tylko bardzo słabo ściana na trzonku.

Chlorek żelaza po dłuższem działaniu zabarwił samą ścianę czepca na główce włosa na kolor czerwonawo żółty; zawartość ko-

mórkowa włosa w trzonku, a szczególnie w główce zabarwiła się ciemno (zielono), prawie czarno.

Zieleń metylowa na preparatach przechowywanych przez kilkanaście godzin w alkoholu w celu usunięcia chlorofilu, zabarwiła silnie czepiec na główce, oraz jądro komórkowe, które zawsze znajduje się w główce włosa, niekiedy zbliżone do szyjki. Widać bardzo wyraźnie zróżnicowanie ściany na zewnętrzną część cieńszą (naskórek) i wewnętrzną znacznie grubszą. Widoczne są silnie zabarwione czepce na główce, niektóre popękane i odstające od główki (Rys. 5).

Zieleń jodowa zabarwiła silnie na kolor niebieski czepiec na główce włosa, zaś na kolor zielony zawartość włosa. — Zabarwiła się również na kolor niebieski powierzchnia przedrośla, mianowicie na linjach gdzie graniczą ze sobą jego komórki; miejsca te są jak wiadomo zagłębione, ponieważ komórki przedrośla są beczkowato rozszerzone (wypukłe).

Na niektórych włosach na starszych przedroślach obserwowałem zjawisko pękania czepca na główce włosa; czepiec odchylał się od wewnętrznej błonnikowej ściany (Rys. 5).

Na starych przedroślach, które już wytworzyły młodą roślinkę, zauważyłem przy badaniu w wodzie, że włosy niektóre pokryte są śluzem w wodzie pęczniejącym, który czyni wrażenie, jakby spływał z główki po trzonku na przedrośle, pokrywając je dość szeroko (Rys. 6 i 7). W śluzie tym na przedroślu znajdowałem nitki sinic (Oscillatoria) oraz okrzemki.

Włosy główkowate na przedroślu utrzymują się przy życiu bardzo długo i do końca zawierają ciałka zieleni. Niektóre włosy jednak już wcześnie marnieją, ciałka zieleni i plazmatyczna zawartość włosów tych zanika, ściany zapadają się. To zjawisko marnienia włosów występuje jednak dość rzadko.

Młoda roślinka

Już pod koniec marca zaczęły się pojawiać w moich kulturach na przedroślach młode roślinki (pokolenie zarodnikonośne).

Dnia 30 marca największe osobniki dochodzą 3,5 *mm* długości. Są to właściwie pierwsze liście, u nasady których, tuż przy przedroślu wytwarza się pączek. Liść zróżnicowany jest na wyci-

naną głęboko blaszkę, w części jeszcze pastorałowato zwiniętą i na ogonek. Zarówno na ogonku, jak na blaszce liściowej występują licznie włosy główkowate bardzo podobnie wyglądające jak włosy na przedroślu, posiadają jednak nieco inne wymiary, oraz nieco większą główkę (Rys. 8).

Włosy na ogonku liściowym posiadały następujące wymiary w mikronach:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa	68,38	52,60	52,60	52,60	55,23	63,12	55,23	57,86	60,49	57,86
długość główki	26,30	21,04	26,30	26,30	21,04	28,93	26,30	23.67	26,30	31,56
szerokość główki	26,30	23,67	23,67	28,93	21,04	31,56	31,56	31,56	28,93	21,04
długość trzonka	42,08	31,56	26,30	26,30	34,19	34,19	28,93	34,19	34,19	26,30
grubość trzonka	21,04	18,41 14,46	15,78	15,78	13,15	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78

Włosy na blaszce liściowej posiadały następujące wymiary w mikronach:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa	65,75	52,60	57,86	57,86	57,86	47,34	60,49	55,23	57,86	64,43
długość główki	36,82	31,56	36,82	31,56	31,56	26,30	36,82	31,56	34,19	36,82
szerokość główki	28,93	21,04	21,04	26,30	26,30	21,04	23,67	23,67	23,67	27,61
długość trzonka	30,24	23,67	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	23,67	23,67	28,93
grubość trzonka	19,72	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	15,78	17,09	15,78

Zarówno na ogonku, jak i na blaszce liściowej włosy są jednakowo ukształtowane. Widać na ich główce czepiec utworzony przez podniesienie naskórka przez wydzielinę bardzo podobną, a zapewne identyczną z wydzieliną innych włosów zewnętrznych Paprotnika lek.; jest ona nieco żółtawo lub zielonkawo zabarwiona i silnie załamuje światło. Po przemyciu 94% alkoholem barwa żółtawa wydzieliny oraz załamywanie światła zanika, a więc wydzielina rozpuszcza się, pozostaje tylko jakaś drobnoziarnista masa pomiędzy naskórkiem a ścianą wewnętrzną. Od chlorku cynku

z jodem barwi się ściana trzonka i wewnętrzna część ściany główki na kolor fioletowy, zaś naskórek na kolor żółty.

Co do zawartości tych włosów — we wczesnych stadjach rozwoju młodej roślinki znajdowałem na częściach blisko przedrośla leżących włosy zawierające, podobnie jak włosy na przedroślu, drobne ciałka zieleni. Na częściach wyższych nie znajdowałem już we włosach ciałek zieleni, również na starszych okazach. Plazma komórkowa w partji ściennej jest wyraźnie ziarnista.

Włosy na blaszkach liściowych są bardzo nietrwałe, bardzo szybko marnieją i odpadają, tak, że później zarówno powierzchnia blaszki, jak i jej brzeg są zupełnie włosów pozbawione. Zauważyłem to już u roślinek długich na 5 do 10 *mm*.

Na młodej roślince pojawiają się również łuszczki (paleae), które w pierwszych stadjach swego rozwoju wyglądają jakby włosy członkowane, z walcowatych komórek zbudowane (Rys. 9); po szeregu podziałów poprzecznych i podłużnych powstaje łuszczka płaska, o komórkach w dolnej części zawierających ciałka zieleni, w górnej zaś części wypełnionych zwakuolizowaną protoplazmą. Na brzegach, a niekiedy (bardzo rzadko) nawet na powierzchni łuszczki wyrastają włosy główkowate, zupełnie podobne do tych, które wyrastają na skórce (epidermis) ogonka i blaszki liściowej. Szczytowa komórka przeważnie zamienia się w opisywaną przez różnych autorów komórkę śluzową, przybierającą niekiedy postać dużego włosa główkowatego, o wielkiej wydłużonej główce.

Powierzchnia kłącza

Do badań włosów główkowatych na powierzchni i nawewnątrz kłącza, liści i korzeni brałem kilkoletnie kłącze, przyczem posiłkowałem się zarówno materjałem żywym, jak również konserwowanym w alkoholu.

Badając kłącze znalazłem na jego powierzchni pomiędzy osadkami liściowymi licznie wśród łuszczek (paleae) występujące włosy główkowate. Podobne zupełnie do włosów występujących na młodej roślince zróżnicowane są na dość cienki trzonek i mniejwięcej kulistą główkę, która jest pokryta żółto zielonkawą wydzieliną (Rys. 10 i 11). Występują one przedewszystkiem na młodszych częściach kłącza, gdzie jeszcze nie wytworzyła się pod skórką brunatno zabarwiona tkanka mechaniczna (hypoderma). Sam szczyt

kłącza w okolicy stożka wzrostu jest niezmiernie gęsto pokryty łuszczkami, które zupełnie zasłaniają powierzchnię, dopiero w pewnem oddaleniu od szczytu (mniejwięcej 0,3 do 0,5 *cm*), gdzie odstępy pomiędzy łuszczkami stają się większe, włosy te łatwo odnaleźć można. Na starszych częściach kłącza włosy są zmarniałe i przy sporządzaniu preparatu łatwo odpadają.

Wymiary kilku takich włosów w mikronach przedstawiały się w sposób następujący:

	1	2	3	4	5	6	7	8
długość włosa . .	44,71	49,97	52,60	63,12	68,38	52,60	63,12	47,34
długość główki .	36,82	36,82	36,82	39,45	44,71	42,08	52,60	36,82
szerokość główki.	31,56	36,82	31,56	42,08	42,08	34,19	26,30	34,82
długość trzonka .	7,89	13,15	15,78	23,67	23,67	10,52	10,52	10,52
grubość trzonka .	13,15	10,52	10,52	10,52	18,41	13,15	10,52	10,52

Co do historji rozwoju i chemizmu ścian włosy te podobne są do tych, które występują na młodych roślinkach. Badany skrawek sporządzony przez szczyt kłącza; po przepłókaniu alkoholem traktuję preparat chlorkiem cynku z jodem. Tylko bardzo młode włosy mają ścianę zabarwioną na kolor fioletowy; u starszych barwi się fioletowo trzonek, zaś ściana główki na kolor żółty; u zupełnie wyrośniętych włosów cała ściana włosa barwi się na żółto.

Powierzchnia liścia

W przeciwieństwie do pierwszych liści, jakie młoda roślinka wytwarza na przedroślu jeszcze, liście z lat późniejszych wyrastające na kłączu nie posiadają włosów główkowatych na blaszce liściowej, zarówno na brzegu blaszki, jak i na powierzchni. Na zbadanym przez siebie materjale nie znalazłem takich włosów nietylko na starszych, wykształczonych zupełnie blaszkach, ale również na blaszkach liści bardzo młodych, pastorałowato zwiniętych, nie przekraczających wraz z ogonkami 2 *cm* długości.

Natomiast na ogonku liściowym (osadka liściowa), szczególnie u młodych liści zwiniętych jeszcze pastorałowato, wyrastają włosy główkowate z żółtawą wydzieliną w bardzo znacznej liczbie. Kształt tych włosów, ich historja rozwoju, struktura i chemizm ich ściany jest zupełnie taki sam, jak u włosów na powierzchni kłącza występujących. Wymiary ich w mikronach przedstawiają się w sposób następujący:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa	57,86	52,60	52,60	52,60	52,60	52,60	42,08	42,08	36,82	42,08
długość główki	31,56	31,56	36,82	31,56	31,56	31,56	31,56	31,56	26,30	31,56
szerokość główki	26,30	31,56	31,56	31,56	23,67	28,93	31,56	26,30	34,19	26,30
długość trzonka	26,30	21,04	15,78	21,04	21,04	21,04	10,52	10,52	10,52	10,52
grubość trzonka	10,52	13,15	21,04 13,15	10,52	7,89	15,78	7,89	10,52	13,15	10,52

Na starszych ogonkach liściowych włosy główkowate z trudnością dają się odszukać, ponieważ są bardzo nietrwałe i łatwo odpadają. Znajdujemy je szczególnie w pobliżu łuszczek (paleae), które również po pewnym czasie odpadają, pozostawiając na powierzchni ogonka liściowego (osadki) drobną, bardzo znamienną wydłużoną lub okrągławą bliznę, dostrzegalną już gołem okiem, a szczególnie przez lupę.

Łuszczki (paleae)

Łuszczki (paleae) występują zarówno na kłączu, jak i na liściach w różnych ich wysokościach, na blaszce liściowej tylko na nerwach. Na szczycie kłącza Paprotnika lekarskiego oraz na bardzo młodych liściach zwiniętych pastorałowato, długich na 2 do 4 *cm* można z łatwością odnaleźć zarówno wszelkie stadja rozwojowe łuszczek, jak i wyrastających na nich włosów główkowatych.

Łuszczka powstaje przez podział styczny komórki skórki (Rys. 12); wytworzona ku zewnątrz komórka zaczyna się dzielić podziałami równoległemi do podstawy, wytwarzając w ten sposób jakby członkowany włos różnej grubości (Rys. 13), komórki wytworzone drogą podziałów rosną i wydłużają się, przyczem komórka szczytowa wcześnie już wykształca się jako twór maczugowaty, jako

duży włos główkowaty (Rys. 14). Wzrost komórek w takiej młodocianej łuszczce jest już wcześnie nierównomierny, niemal każda komórka niżej położona obejmuje nasadę komórki ponad sobą leżącej palcowatymi wyrostkami, jakby niewielkimi ząbkami (Rys. 14 i 18). Te wyrostki w przyszłości, po dalszych podziałach komórek i po wyrośnięciu odpowiedniem wytwarzają owe charakterystyczne ząbki łuszczki.

Następują podziały komórek w innych kierunkach przestrzeni; mianowicie komórki nasady łuszczki, albo pozostają bez podziałów, albo też dzielą się podłużnie w 1 lub 2 kierunkach przestrzeni, czego następstwem jest wytworzenie jakby trzonka o kształcie walcowatym, zbudowanego z jednego szeregu (Rys. 15) lub z kilku (2—4) szeregów komórek (Rys. 16), albo o kształcie płaskim. Wyżej położone komórki dzielą się w dwóch kierunkach przestrzeni, następstwem czego jest powstanie blaszki łuszczki. Jest ona zawsze jednowarstwowa, zbudowana jest z komórek przeważnie wydłużonych, o końcach zaostrzonych.

Ostateczne kształty łuszczek są w zasadzie naogół dosyć jednostajne, chociaż nieregularne. Znajdujemy wśród nich formy zróżnicowane na trzonek, blaszkę pojedynczą lub niekiedy nawet rozgałęziającą się, i na szczyt łuszczki przeważnie silnie wydłużony o charakterze włosa ochronnego członkowanego, zakończonego maczugowatą komórką, którą jeszcze dokładniej omówię; znajdujemy formy pozbawione trzonka, a więc siedzące na skórce całą szerokością blaszki i posiadające charakterystyczny wydłużony szczyt (Rys. 18). Co do brzegów łuszczki, to są one niekiedy (ale rzadko) zupełnie gładkie (Rys. 18), albo zwykle ząbkowane, przyczem do wytworzenia ząbka przyczyniają się wyrostki dwóch komórek.

Zarówno na nasadzie łuszczki, jak na jej brzegach, a niekiedy na powierzchni wyrastają włosy główkowate, szczyt łuszczki z reguły jest zakończony dużą maczugowatą komórką, stanowiącą odrębną formę włosów główkowatych u Paprotnika.

Na bardzo młodych łuszczkach zarówno na trzonku (nasadzie), jak i na blaszce możemy odnaleźć różne stadja rozwojowe włosów główkowatych, ponieważ włosy te występują na każdej prawie łuszczce i to przeważnie w liczbie kilku. Wytworzenie włosa rozpoczyna się od podziału komórki, ktorego następstwem jest wytworzenie dwóch komórek nierównej wielkości; komórka mniejsza

ma kształt soczewkowaty, obie zaś bogate są w zawartość protoplazmatyczną. Soczewkowata komórka poczyna następnie wyrastać w kierunku prostopadłym do powierzchni komórki macierzystej; w następstwie tego wzrostu otrzymujemy wyrostek najpierw półkulisty, później prawie kulisty osadzony na bardzo krótkim trzonku, następnie gdy i trzonek się wydłuża komórka przybiera kształt gruszkowaty, wreszcie włos przybiera ostateczną postać buławy o wyraźnym wąskim trzonku i kulistej lub prawie kulistej główce.

Wymiary tych włosów w mikronach były następujące:

Włosy na nasadzie łuszczki:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
długość włosa .	36,82	57,86	31,56	47,34	63,12	57,86	63,12	47,34	52,60	57,86	42,08	52,60
długość główki .	26,30	31,56	21,04	31,56	42,08	42,08	31,56	31,56	26,30	31,56	31,56	26,30
szerokość główki .	26,30	31,56	26,30	31,56	42,08	36,82	31,56	31,56	31,56	26,30	31,56	26,30
długość trzonka .	10,52	26,30	10,52	15,78	21,04	15,78	31,56	15,78	26,30	26,30	10,52	26,30
grubość trzonka .	10,52	15,78	15,78	13,15 15,78	18,41 21,04	15,78	13,15	10,52	13,15	10,52	10,52	13,15

Włosy na brzegu łuszczki:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
długość włosa .	68,38	78,90	36,82	42,08	73,64	52,60	52,60	42,08	42,08	52,60	31,56	57,86
długość główki .	36,82	68,38	26,30	21,04	36,82	31,56	26,30	31,56	26,30	31,56	21,04	31,56
szerokość główki .	31,56	42,08	23,67	23,67	49,19	21,04	26,30	32,87	18,41	26,30	26,30	26,30
długość trzonka .	31,56	10,52	10,52	21,04	36,82	21,04	26,30	10,52	15,78	21,04	10,52	26,30
grubość trzonka .	10,52 15,78	15,78	10,52	15,78	21,04	10,52	13,15	15,78	7,89	13,15	15,78	13,15

Włosy na szczycie łuszczki:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa .	147,28	63,12	131,50	184,10	278,78	289,30	136,76	73,64	84,16	99,94
długość główki .	68,38	42,08	57,86	78,90	84,16	89,42	89,42	47,34	—	68,38
szerokość główki .	36,82	47,34	26,30	26,30	26,30	21,04 26,30	36,82	28,93	34,19	21,04 36,82
długość trzonka .	78,90	21,04	73,64	105,20	194,62	199,88	47,34	26,30	—	31,56
grubość trzonka .	15;78	21,04	15,78	10,52	42,08 15,78	15,78 10,52	21,04	18,41	18,41	26,30 18,41

Włosy główkowate występujące na nasadzie i na brzegu łuszczek są co do swej budowy, struktury ścian i ich chemizmu takie same, a przytem takie same, jak włosy zewnętrzne na kłączu i liściach (Rys. 22 i 23). Posiadają one pod naskórkiem żółtawą wydzielinę rozpuszczalną w alkoholu. U młodszych włosów ściana trzonka oraz wewnętrzna ściana główki barwi się od chlorku cynku z jodem na kolor fioletowy; u starszych włosów widać fioletowe zabarwienie tylko na trzonku, zaś u zupełnie starych włosów cała ściana barwi się od chlorku cynku z jodem na kolor żółty.

Komórki łuszczek młode posiadają ściany nie zabarwione, od chlorku cynku z jodem barwiące się fioletowo; wypełnione są one protoplazmą. Komórki dolnej części blaszki łuszczki zawierają drobne ziarenka skrobi. U łuszczek starych komórki są obumarłe (nie ulegają splazmolizowaniu), zawartości poza resztkami protoplazmy zauważyć nie można; ściany ich są zabarwione na kolor złotawo brunatny, od chlorku cynku z jodem nie barwią się fioletowo, w kwasie chromowym (50%) niezbyt szybko się rozpuszczają. Naskórka na komórkach tych nie zauważyłem.

Włosy występujące na szczycie łuszczek (Rys. 24), są również jednokomórkowe, odznaczają się one brakiem żółtawej wydzieliny i brakiem naskórka; ściana ich, szczególnie na młodszych łuszczkach, barwi się od chlorku cynku z jodem fioletowo. Włosy te są zwykle zróżnicowane na wyraźny trzonek i główkę, często jednak niema wyraźnej granicy między trzonkiem a główką, komórki te z wąskiej nasady stopniowo rozszerzają się maczugowato (np. włos 9. w tabelce). Wypełnione są one obficie zawartoś-

cią, która silnie barwi się od zieleni jodowej oraz od zieleni metylowej. Jądro komórkowe dość duże, wydłużone, widoczne jest wyraźnie. Często, mianowicie na starych łuszczkach ściany tych włosów są pozapadane, są one cieńsze aniżeli u komórek blaszki łuszczki. Często ściany starszych włosów są silnie brunatno zabarwione.

Zarodnie

Badając w różnych stadjach rozwoju kupki (sori) występujące na spodniej stronie liści Paprotnika lekarskiego nie znajdowałem włosów główkowatych na zawijce (indusium), natomiast na wielu trzonkach zarodni (sporangia) znajdowałem odkryte już dawniej przez Sachsa włosy główkowate. Włosy te są bardzo podobne pod każdym względem do włosów występujących na powierzchni kłącza, liści (osadek), na łuszczkach u roślin starszych oraz na powierzchni młodych roślinek. Są one jednokomórkowe (Rys. 25), ale znajdowałem — rzadko zresztą — włosy takie same osadzone na walcowatej komórce posiadającej szerokość taką samą jak trzonek włosa, co czyniło wrażenie, jakoby włos cały był dwukomórkowy (Rys. 26) Trójkomórkowych włosów, o jakich Höhlke wspomina nie znajdowałem.

U włosów tych pod naskórkiem na główce występuje wydzielina żółtawa z zielonkawym odcieniem, rozpuszczalna w alkoholu; wewnątrz główki u starych obumarłych już włosów występuje bańka gazu (powietrza?).

Wymiary tych włosów w mikronach były następujące:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
długość włosa .	73,64	81,53	73,64	73,64	84,16	89,42	73,64	89,42	73,64	73,64	73,64	63,12	63,12
długość główki .	42,08	47,34	47,34	42,08	47,34	52,60	47,34	47,34	47,34	42,08	36,82	47,34	42,08
szerokość główki	42,08	44,71	36,82	44,71	21,04	42,08	39,45	42,08	42,08	39,45	31,56	39,45	39,45
długość trzonka	31,56	34,19	26,30	31,56	37,82	36,82	26,30	42,08	26,30	31,56	36,82	15,78	21,04
grubość trzonka	21,04	15,78 21,04	18,41 21,04	15,78 21,04	10,52 18,41	21,04 26,30	18,41	15,78 23,69	21,04	15,78	15,78	21,04	21,04
długość komórki podstawowej .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,64	78.90
grubość komórki podstawowej .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21,04	21,04

Włosy te bardzo łatwo odpadają, tak że w starszym materjale, a szczególnie w materjale zielnikowym bardzo trudno dają się włosy te odnaleźć.

Powierzchnia korzenia

Na powierzchni korzeni oprócz włośników, które są dość trwałe, a po pewnym czasie z powodu zapadnięcia się ścian, przybierają kształt taśmowaty i zabarwione są brunatno, żadnych włosów a szczególnie główkowatych nie znajdowałem.

Wewnętrzne tkanki korzenia

Badając pod mikroskopem poprzeczny przekrój przez korzeń Paprotnika lekarskiego, znajdujemy na młodych częściach skórkę z włośnikami, na starszych korzeniach skórka przeważnie ulega zmarnieniu, podobnie jak leżące pod nią warstwy komórek tkanki podskórnej; znajdujemy w tych miejscach tylko komórki pozbawione treści, przeważnie zgniecione, o ścianach silnie brunatno, prawie czarno zabarwionych. Głębiej leżący miękisz, zbudowany z komórek przeważnie wielobocznych, zawierający nieliczne i niewielkie przestwory międzykomórkowe, nie wykazuje sterczących do przestworów międzykomórkowych włosów główkowatych. Oczywiście również w walcu osiowym, otoczonym wielowarstwowym pancerzem, zbudowanym z komórek ściśle spojonych, nie pozostawiających pomiędzy sobą przestworów, na przekroju poprzecznym prawie równowymiarowych, drobnych, wcale nie znajdujemy włosów główkowatych.

Wewnętrzne tkanki kłącza

Badając pod mikroskopem przekroje poprzeczne lub podłużne, przez młode, żywe kłącze Paprotnika lekarskiego, widzimy wśród komórek miękiszowych, posiadających zielonkawą zawartość, błyszczące, żółto zielonkawe włosy gruczołowe. Występują one bez jakiegoś prawidłowego ugrupowania, niekiedy znajdujemy je w większej liczbie w otoczeniu walców, ale również co do tego nie zauważyłem jakiejś prawidłowości.

Występują one w przestworach międzykomórkowych, niekiedy, mianowicie widać to najlepiej na przekrojach poprzecznych

włosy te wraz ze swoją błyszczącą silnie (załamującą światło) wydzieliną wypełniają szczelnie taki przestwór, przybierając wielokątną postać takiego przestworu.

Włosy te są niezmiernie kruche; przy sporządzaniu skrawków, a następnie przy przepłókiwaniu skrawków w wodzie lub alkoholu, a nawet przy przemywaniu skrawków odczynnikami pod szkiełkiem mikroskopowem, włosy te bardzo łatwo odpadają. Gdy przepłókujemy większą ilość skrawków, włosy te wraz z ziarnami skrobi i okruchami ścian komórkowych tworzą dość obfity nawet osad. Oczywiście, że po takiem postępowaniu na skrawku samym włosy tylko zrzadka znaleźć można.

Przestwory międzykomórkowe przebiegają wśród miękiszu podstawowego podłużnie przez kłącze. Same komórki miękiszowe w wyrośniętym kłączu są wydłużone i również w kierunku osi kłącza ustawione; częstokroć zauważyć można, że komórki miękiszowe są ułożone w krótsze lub dłuższe szeregi, tworząc jakby nitki komórkowe. Otóż włosy główkowate, występujące w przestworach, wyrastają z komórek miękiszowych, mianowicie z ich ścian podłużnych, lub, co często spostrzegałem, ze ścian poprzecznych, i przeważnie ułożone są w płaszczyznach podłużnych kłącza. Stąd rzadko kiedy tylko można widzieć całe włosy na skrawkach poprzecznych.

W poszczególnych przestworach występuje zmienna liczba włosów, znajdowałem przestwory zawierające do 8 włosów (Rys. 33), ale również takie, gdzie włosów wcale nie było, co jednak wobec niezmiernej łatwości odpadania włosów, o której wspomniałem, nie jest miarodajne.

Włosy te posiadają kształt taki sam, jak opisane wyżej włosy zewnętrzne (z wyjątkiem włosów zewnętrznych na przedroślu). Są one również jednokomórkowe, zróżnicowane na dość cienki i krótki trzonek i stosunkowo dużą kulistą główkę (Rys. 34 i 35).

Wymiary tych włosów wewnętrznych w mikronach były następujące:

(patrz tablicę na następnej stronie).

W celu zbadania historji rozwoju włosów główkowatych wykonałem przekroje poprzeczne i podłużne przez szczyt kłącza oraz przez młodą osadkę (ogonek) liścia bardzo młodego. Na przekrojach tych odnaleźć można z łatwością wszelkie stadja rozwojowe włosów.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
długość włosa . . .	84,16	42,08	68,38	84,16	57,86	57,86	73,64	52,60	57,86
długość główki . . .	63,12	34,19	57,86	68,38	49,97	47,34	60,49	47,34	52,60
szerokość główki . . .	42,08	47,34	47,34	57,86	63,12	63,12	57,86	36,82	52,60
długość trzonka . . .	21,04	7,89	10,52	15,78	7,89	10,52	13,15	5,26	5,26
grubość trzonka . . .	15,78	10,52	10,52	10,52	13,15	13,15 15,78	15,78	5,26	5,26

	10	11	12	13	14	15	16	17
długość włosa . . .	68,38	57,86	73,64	68,38	105,20	84,16	84,16	86,79
długość główki . . .	57,86	52,60	52,60	52,60	73,64	52,60	63,12	70,91
szerokość główki . . .	52,60	49,97	47,34	47,34	52,60	49,97	57,86	52,60
długość trzonka . . .	10,52	5,26	21,04	15,78	31,56	31,56	21,04	15,78
grubość trzonka . . .	10,52	5,26	13,15	10,52	7,89	10,52 15,78	15,78	10.52

Przedewszystkiem następuje wytworzenie przestworu międzykomórkowego wśród drobnych jeszcze i równowymiarowych komórek miękiszowych, bogato wypełnionych protoplazmą. W tkance bardzo młodej, o komórkach zwarto leżących i pozbawionej przetworów międzykomórkowych, ani wykształconych włosów, ani nawet pierwszych stadjów ich rozwoju w badanym przez siebie materjale nie znalazłem. Po wytworzeniu przestworu międzykomórkowego niektóre komórki miękiszowe, otaczające przestwór, nie różniące się zresztą niczem od innych komórek miękiszowych, ulegają podziałowi na dwie nierównej wielkości komórki, przyczem ściana oddzielająca obie siostrzane komórki już bardzo wcześnie zostaje wytworzona, zanim jeszcze komórka mająca wytworzyć włos zacznie się rozrastać. Włos wytwarza się z komórki mniejszej, która początkowo ma kształt soczewki wypukłej, a która od samego początku odróżnia się od swej siostrzanej komórki bogatszą treścią protoplazmatyczną. Komórka ta rosnąc przybiera kształt najpierw półkulisty, następnie wydłuża się coraz bardziej i rozszerzając się na szczycie przybiera kształt gruszkowaty

i w końcu osiąga kształt swój ostateczny kulistej buławy o wyraźnie zróżnicowanym trzonku. Jądro komórkowe widoczne we wszystkich stadjach rozwojowych nawet bez użycia odczynników, występuje na szczycie rosnącego włosa, a w końcu pozostaje w główce zajmując w niej najpierw centralne miejsce, później zbliża się do ściany główki i tam znaleźć je można nawet w obumarłych włosach. W plazmie, wykazującej ziarnistą strukturę, nie znajdowałem nigdy we włosach wewnętrznych ani ciałek zieleni, ani ziarn skrobi (Rys. 28 do 32).

Ściana komórkowa pierwotnie jednolita, po osiągnięciu przez włos kresu rozwoju zaczyna się różniczkować, mianowicie na główce przedewszystkiem występuje niezmiernie cienka warstewka zewnętrzna i grubsza warstwa wewnętrzna, która przy użyciu niektórych odczynników wykazuje jeszcze niekiedy złożenie z dwóch warstw. Już często bardzo wcześnie zaczyna się u włosa jego czynność wydzielnicza, mianowicie pod naskórkiem na główce wytwarza się żółto-zielonkawa wydzielina, silnie załamująca światło. (Rys. 36).

Skrawek podłużny, sporządzony ze świeżo wykopanego kłącza, mianowicie z części starszej, 4 do 5 lat mającej badam w wodzie; wydzielina żółto zielonawa dość grubą wartswą występuje na powierzchni główki. Pod szkiełko doprowadzam stopniowo alkoholu coraz bardziej stężonego, wreszcie przez czas dłuższy przepłókuję preparat pod szkiełkiem 96% alkoholem, obserwując równocześnie zmiany jakie zachodzą we włosie. Wydzielina powoli się rozpuszcza, widocznie ściana włosa musi być pęknięta, gdyż pęcherzyk gazu (powietrza?) znajdujący się wewnątrz główki włosa wydobywa się z boku główki na zewnątrz. Wkońcu, gdy wszystka wydzielina się rozpuściła, pozostaje widoczny zewnętrzny kontur wydzieliny, mianowicie niesłychanie cienka i delikatna błonka. — Doświadczenie to wielokrotnie powtórzone wykazało zawsze obecność naskórka.

Przy badaniu materjału konserwowanego przez długi czas w alkoholu 60% naskórek z trudnością tylko daje się zauważyć, widoczny jest on wyraźniej na starych częściach kłącza i osadki liściowej, a szczególnie na częściach obumarłych, już ciemno zabarwionych.

Skrawki z żywego kłącza przechowywane w stężonej glicerynie przez 14 dni nie wykazują przy badaniu mikroskopowem

wybitniejszych zmian w wydzielinie na główkach włosów, występuje tyłko dość wyraźnie współśrodkowe uwarstwienie. To uwarstwienie części subkutikularnej ściany główki włosa widoczne bywa często przy zwyczajnem przemywaniu skrawków alkoholem, następnie pod działaniem chloral-hydratu, a niekiedy również ługu potasowego i amoniaku.

Skrawki przechowywane od dnia 14 lipca 1922 r. do dnia 27 kwietnia 1923 r. w glicerynie. Ściany komórek miękiszowych silnie napęczniały, nie wykazują one uwarstwienia, ale jamki rurkowate w ścianach oddzielających 2 sąsiednie komórki wystąpiły bardzo wyraźnie. Przestwory międzykomórkowe stają się bardzo łatwo dostrzegalne, ponieważ w każdym przestworze na ścianach otaczających go komórek miękiszowych znajduje się wykwit jakiejś substancji bezbarwnej w postaci laseczek i ziarn. Wykwit ten nie rozpuszcza się w alkoholu, ani w wodzie, ani w ługu potasowym, ani też w kwasie octowym, natomiast ulega zmianom w chlorku cynku z jodem, mianowicie rozpływa się po ściankach przestworu, zachowując dosyć gęstą konsystencję. — Skrawek zawierający w przestworach wykwit traktuję waniliną z kwasem solnym. Wystąpiło słabe ale wyraźne czerwone zabarwienie tylko w przestworach międzykomórkowych, mianowicie zabarwiły się w wielu przestworach owe laseczki i ziarna wykwitu, albo też zabarwienie wystąpiło w ich otoczeniu.

Sporządzam skrawki z materjału przechowywanego w alkoholu 60%, z części kłącza dwuletniej lub trzyletniej, gdzie zatem włosy główkowate osiągnęły już dawno kres swego rozwoju. Skrawki te wygotowałem w wodzie, do której dodałem kilka kropel ługu potasowego. Badając tak spreparowane skrawki pod mikroskopem dostrzegam naskórek występujący na główkach, warstwy subkutikularne (warstwa żywicotwórcza) są prawie niedostrzegalne. — Preparat traktuję wodnym roztworem fuchsyny (Fuchsin S.), występują niezmiernie wyraźnie jądra komórkowe zarówno w komórkach miękiszowych, jak i we włosach. Nie zauważyłem jakichś wybitnych różnic — poza różnicą w wielkości — między jądrami komórek miękiszowych a jądrami komórkowemi włosów. Co do rozmieszczenia jąder komórkowych we włosach nie znajduję żadnej prawidłości, występują one zarówno w różnych miejscach główki, jak również w trzonku.

Skrawek z żywego materjału w celu usunięcia wydzieliny włosa przepłókuję alkoholem, następnie traktuję kwasem chromowym stężonym (50%). Po 10 minutach przepłókuję wodą i badam pod mikroskopem, Ściany komórek miękiszowych w niektórych miejscach zupełnie się rozpuściły, w innych tylko częściowo, stały się znacznie cieńsze. Ściany włosów główkowatych wydają się zupełnie nienaruszone. Na innym skrawku nieco dłużej trzymanym w kwasie chromowym widać po rozpuszczeniu się ścian komórek miękiszowych spływanie z poruszającym się przy dotykaniu szkiełka nakrywkowego kwasem chromowym całkowitego włosa ze wszystkimi jego ścianami, które nie uległy zmianie. — Przy dłuższem przetrzymywaniu skrawków w kwasie chromowym stężonym (8 godzin) wszystkie tkanki zupełnie, bez śladu w kwasie się rozpuściły.

Skrawki podłużne z żywego materjału, mianowicie z osadki liściowej cztero lub pięcioletniej oglądam najpierw w glicerynie, następnie po odciągnięciu gliceryny traktuję najpierw roztworem jodu w jodku potasu, a następnie kwasem siarkowym rozcieńczonym nieco wodą (na 2 części stężonego kwasu siarkowego 1 część wody). Przy tych badaniach na niektórych skrawkach nie otrzymywałem obrazu wyraźnego, mianowicie widziałem, że u niektórych włosów zabarwiła się ściana trzonka na kolor bardzo słabo niebieski, główka natomiast wcale się nie zabarwiła. Przy badaniu innych skrawków występowało nierównomierne zabarwienie nawet ścian komórek miękiszowych, które w jednym miejscu bardzo silnie barwiły sią na niebiesko, w innem zaś zupełnie nie wykazywały reakcji. Włosy w miejscach skrawka zabarwionych barwiły się na kolor żółty z odcieniem nieco czerwonawym. Traktując świeże skrawki alkoholem, następnie ługiem potasowym i dopiero po przemyciu wodą stosując jod z kwasem siarkowym, otrzymywałem również niezbyt wyraźny i pewny obraz zabarwienia ścian komórek miękiszowych, natomiast ściany całego włosa barwiły się na silny kolor ciemno żółty z odcieniem nieco pomarańczowym, i to na główce zarówno naskórek, jak warstwy subkutikularne, jak również wewnętrzna ściana. Część naczyniowa wiązek (cewki) barwiła się na kolor żółty.

Skrawki podłużne z bardzo młodej części kłącza (wytworzonej w poprzednim roku) traktuję alkoholem w celu usunięcia wydzieliny włosów, następnie ługiem potasowym, poczem płókam

w wodzie, wreszcie traktuję chlorkiem cynku z jodem przez 10 do 20 minut. Ściany komórek miękiszowych, oraz komórek w części sitowej wiązek zabarwiły się bardzo silnie na kolor fioletowy. W ścianach komórek miękiszowych, graniczących z przestworem miedzykomórkowym nie widzę żadnego uwarstwienia ani różnic w barwieniu się ściany na całej jej grubości. Ściany cewek (naczyń), oraz ściana włosa, mianowicie zarówno część ściany wewnętrzna, jak i zewnętrzna oraz warstwy subkutikularne zabarwiły się na kolor żółty. W mechanicznej tkance podskórkowej nie zauważyłem zmiany zabarwienia, które było przed zastosowaniem odczynnika i po niem żółto czerwone.—W innych próbach z chlorkiem cynku z jodem otrzymywałem również nieco niewyraźne obrazy, mianowicie warstwy zewnętrzne ściany główki prawie zupełnie sie nie zabarwiły, albo też zabarwiły się tylko bardzo słabo żółto, natomiast wewnętrzna, najgrubsza część ściany barwiła się wybitnie na kolor żółty.—Przy sposobności tych doświadczeń zauważyłem u niektórych włosów, że ściana wewnętrzna zbudowana jest z dwóch mniejwięcej jednakowo grubych warstw, niekiedy nawet oddzielających się w niektórych miejscach od siebie.

Chcąc stwierdzić, czy na komórkach miękiszowych, mianowicie na ich ścianach graniczących z przestworami międzykomórkowymi występuje naskórek czy nie, brałem do badania skrawki przechowywane przeszło 9 miesięcy w glicerynie, z tego mianowicie powodu, że ściany komórek miękiszowych były silnie nabrzmiałe, zgrubiałe. Po potraktowaniu skrawków chlorkiem cynku z jodem wystąpiło szybko intensywne fioletowe zabarwienie ścian, ściany włosów oraz cewek zabarwiły slę na kolor żółty, ale naskórka na komórkach miękiszowych zupełnie dostrzedz nie mogłem.

Skrawek podłużny z świeżego materjału przepłókuję alkoholem stopniowo coraz mocniejszym (od 25% do 96%), następnie traktuję odczynnikiem Schiffa. Zabarwił się na kolor blado fioletowy, niemal różowy, naskórek włosa bardzo detikatny, oraz ściana wewnętrzna główki. Obraz zabarwienia ścian włosa otrzymałem zupełnie wyraźny, natomiast miej wyraźne i niepewne jest barwienie się ścian komórek miękiszowych, odbieram jednak wrażenie, że ściany te od strony przestworów międzykomórkowych posiadają bardzo delikatną warstewkę, bardzo słabo różowo zabarwioną.

Skrawek z żywego materjału po przepłukaniu stopniowo alkoholem 25 do 96% trakuję roztworem glicerynowym Sudanu III.

Barwi się czerwono naskórek pęcherzykowato podniesiony, oraz na kolor ceglasto czerwony wewnętrzna ściana główki, która posiada z natury żółto brunatne zabarwienie. Obrazy otrzymuję bardzo wyraźne, nie pozostawiające żadnej wątpliwości. Natomiast niepewność miałem co do barwienia się naskórka na ścianach komórek miękiszowych, występowało na obwodzie tych komórek bardzo słabe czerwonawe zabarwienie.

Przepłókany alkoholem skrawek z żywego materjału traktuję alkanniną; barwią się od niej naskórek i wartwy subkutikularne wyraźnie różowo, ściana wewnętrzna główki barwi się słabiej nieco i brudno (zapewne z powodu własnej żółto brunatnej barwy tej ściany). Słabo barwią się też ściany komórek miękiszowych na całej grubości.

Skrawek podłużny z suchego kłącza wygotowany w alkoholu traktuję alkoholowym roztworem chlorofilu (świeżo otrzymanego z liści Urtica dioica). Treść komórek miękiszowych, miękiszu naczyniowego, rur sitowych zabarwiła się szybko dość silnie na kolor zielony; ściany wewnętrzne włosow główkowatych zabarwiły dosyć słabo zielono.— Skrawki podłużne ze suchego kłącza przez dobę moczone w wodzie włożyłem na 20 godzin do alkoholowego roztworu chlorofilu. Zabarwienie ścian włosów było bardzo rozmaite: u niektórych włosów ściana wewnętrzna zabarwiła się bardzo silnie zielono, u niektórych słabo się zabarwiła, u niektórych wreszcie, posiadających bogatą zawartość, ściany były zupełnie nie zabarwione.— Nadmienić muszę, że w preparatach tych naskórek na główkach włosów zauważyć się nie dawał.

Preparaty z żywego materjału, z których zapomocą alkoholu usunięta została wydzielina włosów, traktuję kwasem osmowym 1%. Naskórek oraz wewnętrzna ściana włosów główkowatych zabarwiły się ciemno, również zewnętrzna, niezmiernie cienka warstewka ścian komórek miękiszowych stała się ciemną.

Po potraktowaniu chlorkiem żelaza ($FeCl_3$) skrawków z żywego materjału, przepłókanych poprzednio alkoholem w celu rozpuszczenia wydzieliny włosów, pozostaje naskórek włosów niezabarwiony, wewnętrzna ściana barwi się ciemno z odcieniem zielonkawym; wydzielina tam gdzie niezupełnie się jeszcze rozpuściła barwiła się na kolor złoto żółty (czerwonawo-brunatno-żółty).

Skrawki sporządzone z ususzonego surowca traktuję amonjakiem; ściany komórek miękiszowych silnie napęczniały, nato-

miast ściany włosów zachowały swoją pierwotną grubość, wystąpiło tylko silniej ich żółto brunatne zabarwienie. Widać teraz wyraźnie, że również ścianka podstawy włosa, odgraniczająca włos od komórki miękiszowej, jest żółto-brunatno zabarwiona.

Skrawki podłużne, wykonane przez szczyt kłącza, badam w alkoholu. Widać, że komórki miękiszu podstawowego wypełnione są ziarnami skrobi prawie aż do samego szczytu kłącza, pomimo że jeszcze są bardzo małe. Wśród tych komórek widocznie są małe przestwory międzykomórkowe, w których mieszczą się dość luźno włosy główkowate.— Po dodaniu do preparatu chlorku cynku z jodem barwią się ściany komórek miękiszowych na kolor fioletowy; natomiast ściany włosów zachowują się w sposób różny, mianowicie najmłodsze włosy mają ścianę całkowitą zabarwioną na kolor fioletowy; z pośród wyrośniętych włosów u niektórych barwi się podniesiony naskórek na kolor żółty, zaś wewnętrzna ściana główki i ściana trzonka barwią się na kolor fioletowy; u niektórych barwi się trzonek na kolor fioletowy, zaś ściana główki na żółto; u innych wreszcie, mianowicie u najstarszych, barwi się cała ściana włosa na kolor żółty.

Włosy główkowate występują nietylko w tkankach żywych, ale również w obumarłych częściach kłącza i osadki liściowej, która pod tym względem zachowuje się identycznie. Tam mianowicie zauważyć można bezpośrednią komunikację przetworów międzykomórkowych tkanek żywych z obumarłymi, a tych z atmosferą. Tkanki jakiejś specjalnej zamykającej dostęp do wnętrza żywych tkanek nie zauważyłem. Wśród przestworów międzykomórkowych w obumarłej części zauważyć można często dość duże sferokryształy jakiejś bezbarwnej substancji, w alkoholu nierozpuszczalnej. Ściany komórek miękiszowych są zabarwione na ciemny kolor brunatno czerwony; zawartość tych komórek składa się ze szczątków skrobi i protoplazmy. Badając liczne skrawki nie zauważyłem wśród obumarłych tkanek strzępek grzybów.

Wewnętrzne tkanki ogonka liściowego.

W miękiszu podstawowym ogonka liściowego (osadki), szczególnie w dolnej jego części, która przez kilka lat zachowuje się przy życiu, występują równie liczne i taksamo wyglądające włosy głów-

kowate, jak w kłączu. Również tutaj nie można zauważyć jakiejś prawidłowości w ich ułożeniu, ani też obfitszego ich występowania w pewnych miejscach na przekrojach poprzecznych lub podłużnych. Przestwory międzykomórkowe przebiegają również tutaj podłużnie przez ogonek liściowy.

Włosy występujące wewnątrz ogonka liściowego są co do swej budowy, struktury i chemizmu ścian, oraz zawartości identyczne z wewnętrznymi włosami kłącza, wszystkie wyżej przedstawione doświadczenia wykonywane były zarówno na skrawkach sporządzanych z kłącza, jak i z osadek liściowych i dały identyczne rezultaty.

Co do wymiarów wewnętrznych włosów ogonka liściowego, to przedstawiały się one w mikronach w sposób następujący:

	1	2	3	4	5	6	7	8
długość włosa . . .	89,42	63,12	68,38	37,64	78,90	92,05	78,90	84,16
długość główki . . .	68,38	52,60	47,34	63,12	63,12	78,90	57,86	57,86
szerokość główki . .	57,86	47,34	47,34	44,71	52,60	47,34	52,60	39,45
długość trzonka . . .	21,04	10,52	21,04	10,52	15,78	13,15	21,04	26,30
grubość trzonka . . .	7,89 13,15	15,78	5,26 10.52	10,52	10,52	5,26 10,52	10,52	7,89

	9	10	11	12	13	14	15
długość włosa . . .	84,16	110,46	63,12	84,16	84,16	84,16	76,27
długość główki . . .	63,12	94,68	42,08	68,38	63,12	63,12	57,86
szerokość główki . . .	42,08	89,42	34,19	42,08	42,08	57,86	36,82
długość trzonka . . .	21,04	15.78	21,08	21,04	21,04	21,04	18,41
grubość trzonka . . .	7,89 10,52	13,41	10,52	7,89 10,52	10,52	5,26 10,52	7,89

Badając poprzeczne przekroje przez dolną część ogonka liściowego (osadki) zauważyć można, że na krawędziach, jakie ogonek posiada, mechaniczna tkanka podskórkowa (hypodermis) nie jest wytworzona (Lhotak). Na bardzo młodych ogonkach liściowych zauważyć można, że na skórce pokrywającej te krawędzie nie występują łuszczki, natomiast skórka tutaj pokryta jest gęsto stojącymi główkowatymi włosami.

Skrawek sporządzony z bardzo młodego ogonka liściowego, liść cały jest jeszcze zwinięty pastorałowato, wkładam do 10% roztworu soli kuchennej w celu splazmolizowania komórek; następnie przepłókuję alkoholem, poczem traktuję chlorkiem cynku z jodem. Ściany komórek miękiszowych barwią się na kolor fioletowy, u niektórych włosów, mianowicie małych, które nie osiągnęły jeszcze kresu swego rozwoju, barwi się ściana również na kolor fioletowy, natomiast włosy większe, o ostatecznych już kształtach, mają ściany zabarwione na kolor żółty. Na żółto również zabarwiły się subkutikularne warstwy na główce. — Na tymże preparacie widać, że ściany komórek łuszczek (paleae) w części dolnej barwią się na kolor żółty, natomiast dwie szczytowe komórki, z których najwyższa ma kształt dużego włosa główkowatego, mają ściany zabarwione na kolor fioletowy.

Wewnętrzne tkanki blaszki liściowej.

Włosy główkowate występują dość licznie również w śródliściu Paprotnika lekarskiego, gdzie odkryte zostały przez Sachsa. Występują one w przestworach międzykomórkowych, mianowicie wyłącznie w środkowej części blaszki, na pograniczu pomiędzy miękiszem gąbczastym, który zbudowany jest z nieregularnie rozgałęzionych komórek, zawierających dość liczne ciałka zieleni i wytwarza obszerne, mniejwięcej równowymiarowe przestwory międzykomórkowe, a pomiędzy miękiszem palisadowym zbudowanym z dwóch lub trzech warstw komórek, z których właściwie tylko pierwsza, tuż pod skórką leżącą posiada mniejwięcej charakter palisady, inne zaś warstwy zbudowane są z komórek prawie kulistych, zwykle bezładnie ułożonych. Przeważnie włos główkowaty ustawiony jest w przestworze międzykomórkowym prostopadle do powierzchni liścia.

W nerwach liści, gdzie przestworów międzykomórkowych brak, włosów nie znajdujemy.

Włosy główkowate również tutaj mają kształty takie same, jak włosy wewnętrzne w kłączu i ogonku liściowym, z tą jednak różnicą, że główki ich są naogół szersze, oraz że nie widać u nich, nawet w liściach wytwarzających już kupki (sori) zielono żółtej wydzieliny, i że zachowują one charakter komórek żywych, bogatych w protoplazmę z wybitnem, dużem jądrem komórkowem i plazmą niekiedy na kolor zielony zabarwioną (chlorofil?).

Wymiary ich w mikronach przedstawiają się w sposób następujący:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
długość włosa .	49,97	44,71	44,71	49,97	47,34	36,82	57,86	52,60	57,86	52,60
długość główki .	31,56	31,56	36,82	36,82	36,82	31,56	36,82	42,08	36,82	31,56
szerokość główki	36,82	42,08	31,56	26,30	36,82	44,71	42,08	21,04	36,82	36,82
długość trzonka .	18,41	13,15	7,89	13,15	10,52	5,26	21,04	10,52	21,04	21,04
grubość trzonka .	10,52	10,52	18,41	10,52	7,89	10,52	18,57	7,89	10,52	13,15

Wewnętrzne włosy blaszki liściowej, podobnie jak włosy wewnętrzne kłącza i ogonków liściowych, bardzo łatwo odrywają się od komórek miękiszowych; dość często można zauważyć że dolny koniec trzonka nie jest spłaszczony i rozszerzony, lecz zaokrąglony i zwężony nieco.

Zarówno co do swego wyglądu, jak i chemizmu ścian zachowują się wewnętrzne włosy śródliścia tak samo, jak włosy z kłącza i ogonka liściowego. Naskórek u nich jest widoczny.

Porównanie wymiarów różnych włosów
główkowatych u Paprotnika lekarskiego.

(patrz tablicę na następnej stronie).

włosy	długość włosa od — do	długość włosa średn.	długość główki od — do	długość główki średn.	szerokość główki od — do	szerokość główki średn.	długość trzonka od — do	długość trzonka średn	grubość trzonka od — do	grubość trzonka średn.
zewnętrzne na przedroślu	36,82 — 52,60	44,13	13,15 — 18,41	15,25	10,52 — 18,41	13,94	23,67 — 36,82	20,40	15,78 — 21,04 7,89 — 10,52	16,83 9,60
zewnętrzne na ogonku liść. młodej roślinki	52,60 — 68,38	57,59	21,04 — 31,56	25,77	21,04 — 31,56	26,82	26,30 — 42,08	31,82	13,15 — 21,04	16,80
zewnętrzne na blaszce liść. młodej roślinki	47,34 — 65,75	57,92	26,30 — 36,82	33,40	21,04 — 28,93	24,41	23,67 — 30,24	26,16	15,78 — 19,72	16,30
zewnętrzne na powierzchni kłącza	44,71 — 68,38	55,23	36,82 — 52,60	40,76	26,30 — 42,08	34,84	7,89 — 23,67	14,46	10,52 — 18,41	12,16
zewnętrzne na ogonku liściowym (osadce)	36,82 — 57,86	48,39	26,30 — 36,82	31,56	23,67 — 34,19	29,09	10,52 — 26,30	16,83	7,89 — 21,04	12,09
zewnętzne na nasadzie łuszczki	31,56 — 63,12	50,84	21,04 — 42,08	31,95	26,30 — 42,08	31,12	10,25 — 31,56	19,70	10,52 — 15,78	14,08
zewnętrznie na brzegu łuszczki	31,56 — 78,90	53,43	21,04 — 68,38	32,42	18,41 — 49,19	27,72	10,52 — 36,82	20,16	7,89 — 21,04	14,26
zewnętrzne na szczycie łuszczki	63,12 — 289,30	148,85	42,08 — 89,42	69,54	26,30 — 47,34	32,61	21,04 — 199,88	86,59	10,52 — 26,30	20,51
zewnętrzne na trzonkach zarodni	63,12 — 89,42	75,86	36,82 — 52,60	45,31	21,04 — 44,71	38,84	15,78 — 42,08	30,54	18,41 — 21,04	19,00
wewnętrzne w kłączu	42,04 — 105,20	71,01	34,19 — 73,64	56,30	36,82 — 63,12	51,67	5,26 — 31,56	14,69	5,25 — 15,78	11,29
wewnętrzne w ogonku (osadce) liściowy	63,12 — 110,46	81,00	42,08 — 94,68	62,76	34,19 — 89,42	48,91	10,52 — 26,30	18,58	7,89 — 18,41	11,22
wewnętrzne w blaszce liściowej	36,82 — 57,86	49,44	31,56 — 42,08	35,24	21,04 — 44,71	35,50	5,26 — 21,04	14,20	7,89 — 18,41	11,85

Jeżeli porównujemy włosy *co do długości* (w mikronach), to biorąc pod uwagę średnie wartości możemy je ułożyć w następujący szereg:

	włosy zewnętrzne	włosy wewnętrzne
1	44,13 — na przedroślu	
2	48,39 — na ogonku liściowym (osadce)	
3		49,44 — w blaszce liściowej
4	50,84 — na nasadzie łuszczki	
5	53,43 — na brzegu łuszczki	
6	55,23 — na powierzchni kłącza	
7	57,59 — na ogonku liść. młodej roślinki	
8	57,92 — na blaszce liść. młodej roślinki	
9		71,01 — w kłączu
10	75,86 — na trzonkach zarodni	
11		81,00 — w ogonku liściowym
12	148,85 — na szczycie łuszczki	

Jeżeli porównujemy włosy *co do wielkości główki* (długość × szerokość, w mikronach), to biorąc pod uwagę średnie wartości możemy różne włosy ułożyć w następujący szereg:

	włosy zewnętrzne	włosy wewnętrzne
1	15,25 × 13,94 — przedrośle	
2	25,77 × 26,82 — ogonek liść. młod. rośl.	
3	33,40 × 24,41 — blaszka liść. młod. rośl.	
4	31,56 × 29,09 — ogonku (osadka) liść	
5	31,95 × 31,12 — nasada łuszczki	
6	32,42 × 27,72 — brzeg łuszczki	
7		35,24 × 35,50 — blaszka liściowa
8	40,76 × 34,84 — powierzchnia kłącza	
9	45,31 × 38,84 — trzonki zarodni	
10		56,30 × 51,67 — kłącze
11		62,76 × 48,91 — og. (osadka) liść
12	69,54 × 32,61 — szczyt łuszczki	

Wyróżnić więc możemy *różne postacie włosów* u Paprotnika lekarskiego.

A. Włosy zewnętrzne.

1. Odrębną zupełnie grupę włosów gruczołowych stanowią pod każdym względem włosy występujące na przedroślu. Są one najmniejsze wogóle z włosów gruczołowych u Paprotnika lekarskiego, posiadają nadto główkę mniejszą nawet w proporcji do własnego trzonka. Zawierają one ciałka zieleni. Naskórek u nich pęka. Wydzielina jest bezbarwna (śluz?). Ściany ich są zawsze błonnikowe.

2. Drugą grupę stanowią włosy gruczołowe występujące na ogonku liściowym (osadce), na powierzchni kłącza, na nasadzie i na brzegu łuszczki, oraz na młodej roślince wyrastającej z przedrośla. Od nich wybitnie wielkością (są większe średnio o 20 mikronów) różnią się włosy gruczołowe występujące na trzonkach zarodni; pod innymi względami są one jednak zupełnie podobne. Nie zawierają one ani ciałek zieleni, ani ziarn skrobi. Wytwarzają one pod naskórkiem wydzielinę żółtawą, silnie załamującą światło. Ściany ich są za młodu błonnikowe, później charakter błonnikowy zatracają.

Ogniwo pośrednie pomiędzy włosami przedrośla, a włosami drugiej grupy stanowią włosy występujące na nasadzie ogonka liściowego młodej roślinki wyrastającej z przedrośla; są one najmniejsze z drugiej grupy włosów i niekiedy zawierają ciałka zieleni.

3. Trzecią grupę stanowią włosy gruczołowe występujące na szczycie łuszczek. Są to nawiększe z włosów gruczołowych, występujących u Paprotnika lekarskiego, nie posiadają one naskórka, nie zawierają ciałek zieleni ani skrobi, natomiast zawierają śluz; ściana ich jest zawsze błonnikowa.

B. Włosy wewnętrzne.

1. Włosy wewnętrzne w osadkach liściowych i w kłączu należą do największych włosów gruczołowych Paprotnika lekarskiego, przyczem większe są włosy występujące w osadkach, aniżeli włosy występujące w kłączu. Nie zawierają one ani ciałek zieleni ani ziarn skrobi; starsze włosy często zawierają wewnątrz główki pęcherzyk gazu (powietrza?); pod naskórkiem widoczna

jest warstwa wydzielinotwórcza, później na jej miejscu występuje zielonawo żółta wydzielina. Ściana włosa jest początkowo błonnikowa, później charakter błonnikowy się zaciera, otrzymujemy raczej reakcje wskazujące na skorkowacenie ścian.

2. Włosy wewnętrzne blaszki liściowej są najmniejsze z włosów wewnętrznych, różnica in minus wynosi średnio 20 mikronów. Jak się zdaje wydzielina ich jest odmienna, aniżeli innych włosów wewnętrznych, mianowicie wydzieliny zielonawo żołtej nie zauważyłem. Zauważyłem natomiast występowanie zielonawego zabarwienia obfitej we włosie plazmy (chlorofil?).

Próba stwierdzenia lokalizacji ciał czynnych.

Wedle Tschircha ciałami czynnymi w kłączu i osadkach liściowych Paprotnika lekarskiego są t. zw. floroglucydy (albaspidyna, kwasy flawaspidowe, a szczególnie kwas filixowy i filmaron), których produktem rozpadu jest floroglucyna. Ponieważ wedle Schachta i innych siedzibą ciał czynnych mają być wewnętrzne włosy gruczołowe, mianowicie ich wydzielina („żywica“) żółto zielonawa, w której nawet Tschirch (21) widział kryształy kwasu filixowego, przeto sprawa stwierdzenia zlokalizowania floroglucydów, względnie produktu ich rozpadu: floroglucyny, której (Tschirch 21) w stanie wolnym jak się zdaje w roślinie brak, albo jest tylko rzadką, nie powinna nastręczać większych trudności. Ale dotąd reakcje mikrochemiczne na kwas filixowy, czy filmaron są nieznane, a nadto żadna z reakcji makrochemicznych nie mogła być zastosowaną do badań mikrochemicznych, przeto chodziło już tylko o stwierdzenie rozmieszczenia floroglucyny wśród tkanek kłącza i osadek liściowych.

Skrawek poprzeczny (obojętne czy przez kłącze, czy przez ogonek liściowy (osadkę), gdyż zachowują one zupełnie identycznie) traktuję stężonym kwasem solnym. Następuje w ścianach cewek znane zabarwienie czerwono fioletowe.

Ze skrawków poprzecznych wyodrębniam same tylko walce i te traktuję kwasem solnym: następuje również zabarwienie ścian cewek na kolor fioletowo czerwony. Reakcja mianowicie rozpoczęła się od strony komórek miękiszu naczyniowego, których zawartość przybrała zabarwienie brunatno czerwone; zabarwiły się najpierw ściany cewek przylegających do komórek miękiszowych, a następ-

pnie zabarwienie posuwało się coraz dalej przedewszystkiem wzdłuż błony pierwotnej („blaszek środkowych“) pomiędzy przyległymi cewkami.

Skrawek poprzeczny pozbawiony walców posypuję sproszkowanem drobno drewnem sosnowem, poczem traktuję stężonym kwasem solnym. Nastąpiło szybko zabarwienie cząstek drewna sosnowego przylegających do skawka, i to zarówno cząstek przylegających do wewnętrznych włosów gruczołowych, jak i do komórek miękiszowych, oddalonych znacznie od tych włosów.

Reakcja ta jest odwróceniem znanej reakcji na drewno.

Skrawek poprzeczny przez osadkę sporządzony z żywego materjału traktuję waniliną z kwasem solnym. Dość szybko nastąpiło zabarwienie na kolor fioletowy (fioletowo czerwony) ścian komórek miękiszowych, ścian komórek w części siłowej wiązek (w walcach) i miękiszu naczyniowego; słabiej znacznie zabarwiły się początkowo ściany cewek, które jednak po dłuższem leżeniu w odczynniku wykazują wkońcu najsilniejsze zabarwienie. Natomiast an ściany włosów zewnętrznych i wewnętrznych, ani ich wydzielina żółto zielonkawa, nie uległy zmianom. Nie zabarwiły się również ściany komórek łuszczek.

Skrawek podłużny z żywej osadki przepłókuję 96% alkoholem przez 5 minut w celu usunięcia wydzieliny włosów, następnie traktuję waniliną z kwasem solnym. Zabarwienie było nieco słabsze niż w piewszem doświadczeniu, jednak zupełnie wybitne. Również teraz nie było widać zabarwienia ścian włosów wewnętrznych.

Skrawek z surowca przechowywanego od r. 1914 po potraktowaniu waniliną z kwasem solnym wykazał również taką samą reakcję, jak świeży skrawek, ale w stopniu znacznie słabszym.

Skrawek z materjału przechowywanego w alkoholu 60% nie wykazał zupełnie barwnej reakcji z waniliną i kwasem solnym.

Przypomnieć też muszę jeszcze wspomniane już wyżej (str. 68) wykwity pojawiające się na komórkach miękiszowych wewnątrz przestworów międzykomórkowych po długiem przechowywaniu preparatów w glicerynie, oraz zwrócić chcę uwagę na barwienie się owych laseczek i ziarn wykwitu od waniliny z kwasem solnym na kolor czerwony (fioletowy).

Również przypomnieć muszę o sferokryształach znajdowanych przezemnie w przestworach międzykomórkowych w starych, obumarłych tkankach osadki liściowej (str. 72).

III.

Rozpatrzyć teraz należy wyniki otrzymane przezemnie w świetle dotyczasowej literatury przedmiotu.*)

Jak to wynika z części doświadczalnej u Paprotnika lekarskiego, znajdowałem jednokomórkowe włosy gruczołowe nietylko na organach, które wymienia Tschirch ([21]), więc na skórce (epidermis) osadek liściowych, na łuszczkach (paleae) oraz na trzonkach zarodni, lecz również na skórce samego kłącza pomiędzy gęsto tam występującymi łuszczkami. Na łuszczkach występują włosy gruczołowe na ich nasadzie, a nadto wbrew kategorycznemu twierdzeniu Tschircha ([21], str. 9: „Der Rand ist drüsenfrei"), a zgodnie ze spostrzeżeniami Höhlkego znajdowałem liczne włosy gruczołowe również na brzegach łuszczek młodych, a nawet (wyjątkowo) na ich powierzchni.

Z wyjątkiem włosów występujących na szczycie łuszczek wszystkie włosy gruczołowe zewnętrzne, przy indywidualnych różnicach w wymiarach, posiadają jednakową postać, wydzielanie odbywa się u nich w jednakowy sposób, mianowicie w występującej pod naskórkiem warstwie wydzielinotwórczej; wydzielina posiada żółtawe zabarwienie.

Włosy te posiadają za młodu bogatą zawartość protoplazmatyczną, później następuje zwakuolizowanie plazmy, w końcu niekiedy znajdujemy na wnętrzu główek pęcherzyk jakiegoś gazu (powietrza?). Ściany tych włosów są początkowo błonnikowe, później jednak, u starszych, posiadających już wydzielinę, następuje prawdopodobnie impregnacja tych ścian, które nie dają już reakcji błonnikowych początkowo w główce tylko, później zarówno w główce, jak w trzonku.

Odmiennie zupełnie zachowują się włosy główkowate występujące na przedroślu. Różnią się one od innych włosów zewnętrznych zarówno kształtem odmiennym, jak zawartością komórek, jak wreszcie odmienną wydzieliną swych główek. Główka ich jest mała nietylko w stosunku do główek innych włosów, ale nawet w sto-

---

*) Patrz str. 92.

sunku do trzonka, którego nasada jest szerszą, niż szerokość główki. Zawierają one ciałka zieleni, które na świetle wytwarzają skrobię. Wydzieliną ich jest prawdopodobnie śluz, przyczem nie jest wykluczone, że mogą być wydzielane i inne ciała, których stwierdzić jednak nie mogłem. Występują te włosy zarówno na brzegu przedrośla, jak i na jego spodniej stronie, co zresztą zauważył już Höhlke. Ściany tych włosów są błonnikowe, posiadają one na główce podniesiony naskórek, który niekiedy ulega rozerwaniu przez znajdującą się pod nim, pęczniejącą w wodzie wydzielinę.

Opisując szczyt kłącza Lhotak wspomina o występowaniu na jego powierzchni pomiędzy łuszczkami (paleae) członkowanych włosów ochronnych. Otóż opis tych włosów zgadza się z opisem wczesnych stadjów rozwojowych łuszczki. Dzieje się niewątpliwie tak, że niekiedy, ale dość rzadko łuszczka marnieje przed zupełnem ukształtowaniem się, tak, że pomiędzy łuszczkami znajdujemy jakoby włos członkowany o martwych komórkach, albo też łuszczka zatrzymuje się w któremś ze swych stadjów rozwojowych. W każdym razie włosy takie o żywych komórkach znajdujemy tylko na najmłodszych częściach, a występowanie wszelkich możliwych form przejściowych pomiędzy takimi włosami a łuszczkami, wskazuje na ich genetyczny związek.

Rzadko bardzo znajdowałem wśród łuszczek na samym szczycie kłącza włosy ochronne jednokomórkowe, niezmiernie wydłużone (Rys. 17)).

Łuszczki tylko bardzo młode wykazują w ścianach swych błonnik, później ulegają ich ściany — często z wyjątkiem komórek szczytowych — przemianom, nie dają one bowiem reakcji błonnikowych, raczej przypominają one korek. Zawartość komórek łuszczki za młodu stanowi protoplazma, nawet w starych łuszczkach można wykazać obecność jądra komórkowego. Często komórki nasady młodej łuszczki zawierają ziarna skrobi. Na bardzo młodej roślince kiełkującej na przedroślu zauważyłem w komórkach dolnej części łuszczki ciałka zieleni.

Łuszczka zatem spełniać może obok zadań ochronnych, które są ich główna funkcją, również uboczne zadania organu spichrzowego przynajmniej przez czas przejściowy, możliwie że ze względu na procesy wydzielnicze włosów gruczołowych, które na nich występują, a nawet wobec zawartości ciałek zieleni uboczną funkcję asymilacyjną mianowicie na młodej kiełkującej na przedroślu

roślince, przynajmniej na czas zwiększonego wymagania pokarmowego, dopóki nie rozwinie się blaszka pierwszego liścia.

Wewnętrzne włosy gruczołowe występujące wśród miękiszu kłącza, ogonków liściowych (osadek) i blaszek liściowych, mają być według Tschircha i Höhlkego identycznie. Natomiast Lhotek znajduje, że włosy wewnętrzne blaszki liściowej są odmienne, mianowicie że nietylko różnią się wymiarami, ale nadto nie wytwarzają one wydzieliny. Spostrzeżenie Lhotaka potwierdzają również moje spostrzeżenia. Zauważyć tu muszę, że również w wymiarach włosów wewnętrznych kłącza i ogonków liściowych (osadek) występują różnice, mianowicie włosy ogonka liściowego są naogół nieco większe, aniżeli włosy kłącza.

Co do historji rozwoju włosów wewnętrznych Tschirch sądzi, że powstają one jako wypuklina komórki miękiszowej, która oddziela się ścianą poprzeczną od komórki macierzystej. Natomiast w moich badaniach zauważyłem, że powstają one pierwotnie jako nie wystająca ponad powierzchnię komórki macierzystej mała, soczewkowata komórka, która rozrasta się w jednym tylko kierunku, wytwarzając najpierw twór półkulisty, później palcowaty, wreszcie główkowaty opatrzony trzonkiem. Niewątpliwie to samo miał na myśli już pierwszy badacz tych włosów Schacht, który powiada, że zauważył „pierwszy początek organu wydzielniczego jako komórkę potomną jeszcze kulistej komórki miękiszowej“, co zresztą potwierdza jego rysunek.

U włosów wewnętrznych czynność wydzielnicza dokonuje się, jak to udowadniają wbrew Schachtowi Höhlke i w późniejszych swoich pracach Tschirch, podobnie jak u włosów zewnętrznych (De Bary) tylko na główce, mianowicie pomiędzy ścianą wewnętrzną włosa a naskórkiem (cuticula) powstaje „warstwa wydzielinotwórcza“ (Resinogene Schicht Tschircha), przedstawiająca się przy użyciu niektórych odczynników jako cieńszy lub grubszy zbiór współśrodkowo nałożonych na siebie blaszek. Tam wytwarza się żółto zielonkawa wydzielina. Tutaj podnieść należy okoliczność, że w materjale konserwowanym w alkoholu stwierdzenie naskórka jest bardzo trudne, ponieważ jest on niesłychanie delikatny, cienki i prawie niewidoczny. Stąd pierwotnie przypuszczenie Schachta, który twierdził, że włosy te nie posiadają naskórka, wydawało mi się uzasadnionem, jednak użycie materjału żywego rozwiało wszelkie moje wątpliwości co do istnienia naskórka.

Co do ścian włosów wewnętrznych, to doświadczenia moje wykazały, że błonnikową (poza naskórkiem) jest ściana włosa zarówno na główce, jak i na trzonku tylko u młodych włosów. W miarę starzenia się włosa, mianowicie po rozpoczęciu przezeń czynności wydzielniczej, ulega chemizm ściany włosa zmianom stopniowo, od główki poczynając, tak że wkońcu całkowita ściana włosa nie daje już reakcji błonnikowej. Reakcje, jakie wykonałem wskazują raczej na korkowaty charakter tych ścian, zgodnie z gołosłownem zresztą twierdzeniem Zörniga (Arzneidrogen, Tabellen). Tak więc zarówno Schacht, jak Höhlke wskazując błonnikową reakcję z jodem i kwasem siarkowym oraz z chlorkiem cynku z jodem, mieli widocznie do czynienia z młodymi bardzo włosami. Wniosek natomiast Zörniga (Tabellen), że komórka Schachta jest zwyczajną komórką olejkową, „komórką wydzielniczą“, Sekretionszelle jak on powiada jest wobec przebiegu procesu wydzielniczego, charakterystycznego dla włosów gruczołowych nie uzasadniony.

Zawartość wewnętrznych włosów gruczołowych w kłączu i ogonkach liściowych (osadkach) stanowi prostoplazma ziarnista, włosy stare wykazują często zamiast wodniczki bańkę jakiegoś gazu (powietrza?), ale nawet wówczas można przy stosowaniu pewnych metod swierdzić we włosach tych jądro komórkowe. Natomiast we włosach wewnętrznych kłącza ani osadki liściowej nie znalazłem nigdy ani ciałek zieleni, ani ziarn skrobi, które wedle Höhlkego stanowić mają zawartość młodych włosów. W tem swojem spostrzeżeniu zgodny jestem zarówno z Schachtem, jak z Tschirchem i Lhotakiem, którzy o ciałkach zieleni i o skrobi we włosach wewnętrznych nie wspominają zupełnie. Przypuszczam, że nietrafny ów szczegół podany przez Höhlkego pochodzi może ze zbyt pohopnego przyjęcia, że *wszystkie* włosy wewnętrzne i zewnętrzne u Paprotnika lekarskiego, obojętne czy na pokoleniu zarodnikonośnem, czy na przedroślach one występują, są identyczne, a ponieważ jak sam Höhlke wyznaje badanie wewnętrznych włosów gruczołowych w kłączu lub osadce jest wielce utrudnione z powodu obecności skrobi w komórkach miękiszowych, przeto badacz ten wziął najwygodniejsze do badania włosy występujące na brzegu przedrośla i ich zawartość przypisał również wewnętrznym włosom gruczołowym. Z drugiej strony można by przypuścić, że u Höhlkego zachodzi niejasność stylu, pozwalająca na fał-

szywe interpretowanie jego twierdzeń. Nie jest to może wykluczone, jakkolwiek cały układ jego pracy przeciw temu świadczy, gdyż powiedzenie jego brzmiące w dosłownem tłomaczeniu: „Moje własne spostrzeżenia nad wytwarzaniem żywicy są następujące: Jeżeli badamy młode, nie wydzielające jeszcze gruczoły na ich zawartość, to znajdujemy na początku ich rozwoju drobnoziarnistą plazmę obok jądra i dalej jako uorganizowane składniki ciałka zieleni i ziarna skrobi, dalej garbnik, ale nigdy żywicę“ — pomieszczone jest w części traktującej wyłącznie o włosach wewnętrznych kłącza i osadki.

Schacht twierdzi w swej pracy, że komórki miękiszowe ograniczające przestwór międzykomórkowy zawierający włosy gruczołowe, wyścielone są naskórkiem niezmiernie cienkim. Za Schachtem powtórzył to twierdzenie De Bary, gdyż z ustępu odnośnego nie można nabyć pewności, że De Bary sam stwierdził obecność owego naskórka. Za nimi powtórzył wiadomość o naskórku Höhlke, który sam nie stwierdził również jego obecności, a nawet rysując włosy wewnętrzne i występujący na nich naskórek nie rysuje go zupełnie na komórce, z której włos wyrasta. Bliżej zajmuje się naskórkiem w przestworach międzykomórkowych u paproci Bäsecke, który jednak również, jak można wnioskować z jego rozprawy, sam nie badał Paprotnika lekarskiego co do owego szczegółu i ogranicza się do przytoczenia Schachta i De Barego, natomiast podaje nowe dane o występowaniu w liściach niektórych gatunków z rodzaju Osmunda przestworów wyścielonych naskórkiem. Moje własne doświadczenia przemawiają za istnieniem naskórka. Początkowo wprawdzie niektóre reakcje jakie wykonałem dawały mi pewność, że naskórka niema, natomiast szereg innych reakcji, jakkolwiek wypadły one bardzo niewyraźnie, pewność ową zupełnie rozchwiały.

Momentu wytworzenia naskórka nie udało mi się pochwycić, a to z powodu niezmiernej jego delikatności nawet w ostatecznej formie. Przypuścić jednak mogę, że powstaje on wcześnie, mianowicie prawdopodobnie już wówczas, gdy zaczynają się wytwarzać przestwory międzykomórkowe, a w nich włosy gruczołowe, tak, że naskórek włosa gruczołowego stanowi prawdopodobnie dalszy ciąg naskórka występującego na komórce miękiszowej, z której włos wyrasta.

Spostrzeżenie Flückigera ([5]), jakoby komórka miękiszowa, z której wyrasta włos gruczołowy, nie zawierała skrobi w przeci-

wieństwie do innych komórek miękiszowych, nie znalazło potwierdzenia w moich badaniach, zresztą już Schacht rysuje w tych komórkach ziarna skrobi, a również inni autorowie o zjawisku podanem przez Flückigera nie wspominają.

Żywe kłącze Paprotnika lekarskiego posiada wewnętrzne tkanki zabarwione na kolor jasno zielony od zawartości chlorofilu, który dzięki uprzejmości i pomocy JWP. d-ra J. Zaleskiego, prof. Uniw. warsz. mogłem stwierdzić zapomocą spektroskopu. Stare części kłącza i osadek tracą zabarwienie zielone, stają się brutnatnymi. W niektórych wypadkach zauważyłem, że utrata zielonego zabarwienia miękiszu Paprotnika lekarskiego dokonywała się po przekrojeniu i pozostawieniu na powietrzu w ciągu kilku minut, miało to mianowicie miejsce, gdy badałem osadki liściowe starsze, 5—7 letnie. Przypuszczać można, że ta zmiana zabarwienia następuje pod działaniem oxydaz, które Atkins ([22]) stwierdził u Paprotnika lekarskiego, a które wedle tego autora są u tej rośliny zamaskowane czynnikiem redukującym („durch ein reduzierendes Agens").

Różni badacze, więc zarówno Schacht, jak Höhlke, Lhotak i szczególnie Tschirch zajmują się przedewszystkiem włosami występującymi wśród miękiszu kłącza i ogonków liściowych (osadek) nietylko ze względu na niezmiernie interesujące a wyjątkowe, jak dotąd, zjawisko występowania wewnętrznych (śródtkankowych włosów, ale niewątpliwie również z tego powodu, ponieważ, jak już pierwszy Schacht przypuszczał, a za nim i inni autorowie, włosy te, mianowicie ich wydzielina żółto zielonawa zawierać ma ciała czynne, decydujące o wartości leczniczej surowca otrzymywanego z tych części Paprotnika lekarskiego. Wychodząc z tego nie udowodnionego zresztą przez żadnego z tych autorów stanowiska, niektórzy z nich dochodzą do ciekawych, dość daleko idących konsekwencji.

Tschirch np. posuwa się do ostrożnego zresztą wniosku, że nietylko Paprotnik lekarski, ale również wszystkie pokrewne gatunki paproci mogą dostarczać równowartościowego surowca, jeśli zawierają wewnętrzne włosy gruczołowe. Ale z taką samą słusznością można by wnioskować, że wartość leczniczą posiadać mogą

---

[22]) *Atkins* W. R. G.: „Oxydasis and their inhibitors in plant tissues". Scient. Proc. R. Dublin Soc. XIV (1913) p. 144-156. [Just 1913].

również części nadziemne, więc liście Paprotnika lekarskiego, w których występują wewnętrzne włosy, uznawane np. przez Höhlkego, Tschircha za takie same, jak te, które występują w kłączu i nasadach ogonków liściowych, oraz również za takie same jak wewnętrzne uważane przez Höhlkego włosy zewnętrzne występujące na powierzchni ogonków liściowych, lub na trzonkach zarodni.

Inny wniosek na powyższych przesłankach oparty dotyczy mniejszej lub większej wartości leczniczej różnowiecznych części kłączy i ogonków (osadek) liściowych.

I tak Schacht i Höhlke zauważyli trafnie, że w młodych, nie wyrośniętych jeszcze częściach kłącza i ogonka liściowego (osadki) włosy gruczołowe występują na określonej przestrzeni gęściej, bliżej siebie, aniżeli w częściach starszych, wyrośniętych, mianowicie z tego powodu, ponieważ w starszych częściach komórki miękiszowe rozrośnięte silnie zwiększać muszą odstępy pomiędzy włosami wśród miękiszu rozrzuconymi, a nadto jeszcze równocześnie dokonujące się zwiększenie się przestworów międzykomórkowych odległości te jeszcze bardziej zwiększać musi. Otóż rozważając tę sprawę dochodzi Schacht do wniosku, że młodsze części kłącza muszą być bardziej czynne, skuteczniejsze („wirksamer"), aniżeli części starsze. Wniosek ten jest nieco może pohopny; bo jeśli na podstawie istniejących przesłanek można by jeszcze co najwyżej twierdzić, i to z poważnymi zastrzeżeniami, że w starszych częściach procentowa zawartość wydzielini, „żywicy", jak ją Schacht i inni nazywają, jest mniejsza aniżeli w częściach młodych zupełnie, to do wniosku co do mniejszej lub większej skuteczności części kłącza o różnym wieku brak dostatecznych danych. Należało by bowiem przedtem stwierdzić, czy istotnie owa „żywica" jest właśnie ciałem czynnem surowca, względnie czy ona tylko zawiera ciała czynne. Powtóre, w razie twierdzącej odpowiedzi na powyższe pytanie, należałoby mieć ścisłe dane co do tego, czy proces wytwarzania wydzieliny skończony jest przed wyrośnięciem zupełnem komórek miękiszowych.

Na pierwsze pytanie odpowiedź jest trudna. Aby bowiem uzyskać odpowiedź zupełnie pewną, trzeba by przeprowadzić technicznie trudne wyizolowanie samych włosów gruczołowych wraz z ich wydzieliną w takiej ilości, aby analiza chemiczna (makrochemiczna) wydzieliny mogła być przeprowadzona z całą dokładno-

ścią, oraz aby można było mieć dostateczną ilość materjału do przeprowadzenia prób biologicznych. Tak więc tymczasem musimy się obracać jedynie w dziedzinie prawdopodobieństw.

Jeśli zgodnie z Tschirchem ciałami czynnymi u Paprotnika lekarskiego są floroglucydy, to przypuszczeniu Schachta i innych że właśnie włosy mają być ich siedzibą poważny znak zapytania stawiają moje spostrzeżenia co do występowania floroglucyny, która jest najprawdopodobniej produktem rozkładu floroglucydów. Stwierdziłem bowiem, że floroglucyna zarówno w żywej roślinie, jak surowcu występuje nietylko w częściach tkanek Paprotnika, które zawierają włosy gruczołowe, ale również w miejscach tkanki miękiszowej od tych włosów oddalonych, a nawet w obrębie wyizolowanych z tkanki podstawowej walców osiowych. Reakcje z waniliną i kwasem solnym wskazują, że floroglucyna rozmieszczona jest w ścianach żywych elementów komórkowych, natomiast że brak jej we włosach gruczołowych gdyż ani w ich ścianie, ani w ich wnętrzu, ani w wydzielinie zupełnie nie otrzymałem reakcji barwnej. Uprawnia to do wniosku, że wewnętrzne włosy gruczołowe nie zawierają i nłe wytrwarzają wcale floroglucydów decydujących o zastosowaniu leczniczem kłącza Paprotnika lekarskiego.

Przypuszczenie to wzmacnia jeszcze występowanie zauważonego przezemnie wykwitu postaci laseczek i ziarn w przestworach międzykomórkowych na ścianach komórek miękiszowych przy długotrwałem przechowywaniu preparatów w glicerynie. Występowanie reakcji barwnej z waniliną i kwasem solnym wskazuje, że zapewne mamy tu do czynienia z krystaliczną formą jakiegoś floroglucydu, możliwie bezwodnika kwasu filixowego, z krystaliczną filicyną, która równie jak ów wykwit jest trudno rozpuszczalna w wodzie i alkoholu.

Prawdopodobnie równleż sferokryształy występujące w przestworach międzykomórkowych obumarłych tkanek osadek liściowych, należeć będą do tej samej kategorji ciał.

Wreszcie inny, pośredni dowód przemawia przeciw umiejscowieniu floroglucydów w komórkach Schachta, mianowicie w kłączu Athyrium filix femina odkrył Hausmann kwas filixowy, zaś Poulsson biały i żółty kwas polistychowy, które są również floroglucydami, kłącze jednak nie posiada wewnętrznych włosów gruczołowych.

Tschirch jednak podaje, że widział — niekiedy — kryształy kwasu filixowego w wydzielinie główki komórki Schachta. Przypuścić można dwa wytłomaczenia: albo, że negatywny wynik moich doświadczeń spowodowany był tem, że floroglucydy w główce (kwas filixowy) mogły nie dać z kwasem solnym produktu rozpadu: floroglucyny, albo, że Tschirch jakąś substancję wziął za krystaliczny kwas filixowy. Pierwsze przypuszczenie ma niewielkie prawdopodobieństwo wobec pozytywnego wyniku doświadczeń z waniliną z kwasem solnym na komórkach miękiszowych oraz na krystalicznej wydzielinie w przestworach występującej. Co do drugiego przypuszczenia, to zauważyć trzeba, że owa krystaliczna masa na komórkach Schachta występująca, składająca się ze słupków i częstokroć współśrodkowo uwarstwiowiona, występuje wówczas, kiedy skrawek poddamy działaniu ługu potasowego. Kryształy te mogłyby więc być solami potasowymi kwasów tłuszczowych, które może być, że znajdą się w wydzielinie wewnętrznych włosów gruczołowych.

Co do charakteru wydzieliny włosów gruczołowych—zarówno wewnętrznych, jak zewnętrznych — pewne wskazówki dają badania Tschircha i Höhlkego, z których wynika, że nie jest to jakaś substacja jednorodna, że między innymi prawdopodobnie występuje w niej również *olejek lotny*, który otrzymywano już dawno z surowca, ale o którego lokalizacji w tkankach paprotnika lekarskiego nic nie było wiadomo. Co do owego olejku lotnego, to wedle Koberta i Poulsona również on zaliczony być winien do ciał czynnych surowa, ma on bowiem potęgować działanie floroglucydów.

W każdym razie dla uzyskania ścisłych zupełnie danych co do powyższych kwestji niezbędne są dalsze badania.

Na drugie pytanie, czy wydzielanie włosów gruczołowych jest skończone przedtem, zanim skończony jest wzrost i rozwój otaczających komórek miękiszowych, znajduję zarówno we własnych spostrzeżeniach, jak i u różnych autorów odpowiedź negatywną. W częściach młodych, nie wyrośniętych, zarówno kłącza jak i ogonków liściowych znajdujemy obok siebie, więc w takiej samej odległości od komórki czołowej, zarówno włosy gruczołowe posiadające już swą wydzielinę jak i włosy znajdujące się we wcześniejszych stadjach rozwojowych. Lhotak nawet wyróżnia trzy kategorje włosów gruczołowych, stanowiące tylko różne stadja rozwojowe, mianowicie włosy palcowate i gruszkowate nie posiadające jeszcze

żywicowatej wydzieliny i wreszcie główkowate typowe włosy wytwarzające już wydzielinę. Natomiast w częściach starych kłącza oraz w starych ogonkach liściowych (osadkach) znajdujemy tylko włosy z wykształconą już wydzieliną.

Jeżeli chodzi o znaczenie włosów wewnętrznych i zewnętrznych dla życia Paprotnika lekarskiego, to oczywiście operować możemy tylko przypuszczeniami.

Zdaniem Hansgirga włosy gruczołowych występujące na skórce i łuszczkach Paprotnika mają znaczenie ochronne. Lotsy o włosach występujących na przedroślu przypuszcza, że „zapewne dostarczają obrony przed napadem drobnych zwierząt“.

Przypuszczenie Hansgirga zyskuje na mocy przekonywującej wobec faktu, że włosy zewnętrzne występują na częściach młodych i że marnieją one w miarę jak wytwarza się podskórkowa tkanka mechaniczna, która gwarantuje już dostateczną ochronę przed inwazją drobnych zwierzątek (np. owadów). Poparcia dalszego dostarcza temu przypuszczeniu zauważony przezemnie fakt, że na krawędziach osadek liściowych, gdzie jak Lhotak zauważył podskórkowa tkanka mechaniczna nie wytwarza się, powierzchnia skórki pokryta jest bardzo gęsto włosami gruczołowymi i włosy te w tem miejscu będącem rzeczywistym punktem najmniejszego oporu dla możliwej inwazji maleńkich zwierzątek, dostarczać mogą znakomitej chemicznej obrony.

Co do włosów zewnętrznych na przedroślach, to do przypuszczenia Lotsego, które posiada wszelkie cechy prawdopodobieństwa, dodać mogę jeszcze jedno, mianowicie jeśli słuszne jest moje przypuszczenie bo da wydzielenia „śluzu“ przez owe włosy, to wobec występowania tych włosów na brzegu przedrośla, oraz na jego spodniej stronie, śluz wydzielany może spełniać rolę urządzenia przytrzymującego wodę na powierzchni przedrośla, a nawet odgrywać pewną rolę przy zapłodnieniu, mianowicie śluz napojony wodą może stanowić podłoże, na którem utrzymują się przy życiu przez pewien czas plemniki opuszczające plemnię. Za tem przemawiałoby moje spostrzeżenie co do bytowania na owym śluzie nitek Oscillatoria i osobników okrzemek.

Co do znaczenia biologicznego włosów wewnętrznych hipotez dotąd nie mamy. Znaczenie ich wydaje mi się jasnem wobec pew-

nych szczegółów budowy Paprotnika lekarskiego. Zauważyłem, że obumierające części ogonków liściowych i kłącza nie są oddzielone zapomocą jakiej tkanki lub innego jakiegoś urządzenia od tkanek żywych. Zauważyłem dalej, że szczególnie u ogonków liściowych obumarłe tkanki wykruszają się łatwo i odpadają w pewnem, niewielkiem oddaleniu od żywych tkanek, i że przestwory międzykomórkowe tkanek obumarłych komunikują z jednej strony z atmosferą, a z drugiej strony z przestworami międzykomórkowymi żywej tkanki. Tą drogą zatem może się odbywać z łatwością wymiana gazów w kłączach, ale z drugiej strony te miejsca stanowić mogą łatwą drogę inwazji dla maleńkich zwierząt, oraz dla pasożytnych grzybów. W butwiejących tkankach ogonków liściowych (osadek) nie zauważyłem jednak strzępek grzybich, a również zwierząt. Przypuszczam, że właśnie włosy gruczołowe wewnętrzne ze swą wydzieliną być może olejkową dostarczają ochrony przed organizmami pasożytnymi i tem się tłomaczy występowanie tych włosów właśnie w drogach komunikacyjnych, jakie stanowią w ogonku liściowym (osadce) i w kłączu podłużnie przebiegające przestwory międzykomórkowe. Dodać trzeba, że olejek otrzymany z surowca jest jasno żółty, posiada swoisty zapach, smak palący i działa na niższe organizmy.

Jeśli mówię o komunikacji przestworów wewnętrznych ze światem zewnętrznym, to muszę jeszcze zwrócić uwagę, że ta komunikacja jest trochę utrudniona przez szczególne urządzenie ogonków liściowych, zamykające z gruba dostęp do wewnętrznych tkanek np. dla większych owadów, oraz zabezpieczające je do pewnego stopnia przed deszczem. Mianowicie owe przez Lhotaka zauważone na krawędziach ogonków liściowych (osadek) pasy pozbawione tkatki mechanicznej stanowią część owego urządzenia. Wiadomo, że u Paprotnika lekarskiego po obumarciu liścia obłamuje się ogonek liściowy w pewnej wysokości, przyczem dolna część jego jest trwała i przez kilka lat posiada żywe tkanki, które ku górze graniczą z tkankami obumarłymi. Obumarłe tkanki wewnętrzne na końcu pozostałej części ogonka ulegają od góry na pewnej przestrzeni rozkruszeniu i wypadają z rury utworzonej przez mechaniczną podskórkową tkankę ogonka liściowego. Wówczas następuje kurczenie się ku środkowi obwodowej tkanki mechanicznej, wąskie krawędziowe pasy o cienkościennych komórkach zostają rozerwane i dzięki temu mogą ściany owej rury utworzonej

z tkanki mechanicznej i skórki stulić się i w ten sposób utrudnić dostęp do wnętrza, przyczem oczywiście dla gazów pozostaje dostęp zupełnie swobodny.

Ten swobodny dostęp gazów (powietrzna) sprawia, że komórki wyścielające przestwory międzykomórkowe znajdują się w podobnych warunkach, w jakich znajduje się skórka (epidermis), przynajmniej pod względem niebezpieczeństwa wysychania. Stąd wynika konieczność urządzenia zabezpieczającego przed wysychaniem i rzeczywiście urządzenie to znajdujemy w wyścielającym przestwory międzykomórkowe niezmiernie cienkim naskórku.

Poczuwam się do miłego obowiązku złożenia na tem miejscu gorącego podziękowania JWP. Prof. dr. Władysławowi Mazurkiewiczowi nietylko za zachętę do wykonania niniejszej pracy, ale również za troskliwe interesowanie się jej postępami i liczne życzliwe rady.

LITERATURA

Oprócz 22 prac cytowanych w odnośnikach, uwzględniłem następujące prace:

[23]) *Giesenhagen*, dr. K.: „Lehrbuch der Botanik". Stuttgard 1907, IV Aufl.

[24]) *Luerssen*, dr. Chr.: „Handbuch der systematiszen Botanik mit besonderer Berücksichtigung der Arzneipflanzen". Bd. I. Leipżig 1879, str. 563.

[25]) *Karsten* H.: „Deutsche Flora. Pharmazentisch-medizinische Botanik". Berlin 1880—18883, str. 278—279.

[26]) *Zopf* W.: „Zur Kenntnis der Sekrete der Forne". Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft. Bd.. XXIV, Berlin 1906.

[27]) *Luerssen* Chr.: „Über Interzellularverdickungen im parenchymatischen Grundgewebe der Forne". Sitzber. der Naturf. Ges. Leipzig 1875 s. 77 [Just].

[28]) *Schenk* H.: „Ueber die Auskleidung der Interzellulargänge". Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1885. Bd. III S. 217 [Just].

[29]) *Zörnig*, Dr. Heinrich, Univ. Prof in Basel: „Arzneidrogen" I Teil. Leipzig 1909. str. 512—517.

[30]) *Hausmann*: Arch. d. Pharmazie, 237, 544; 1899.

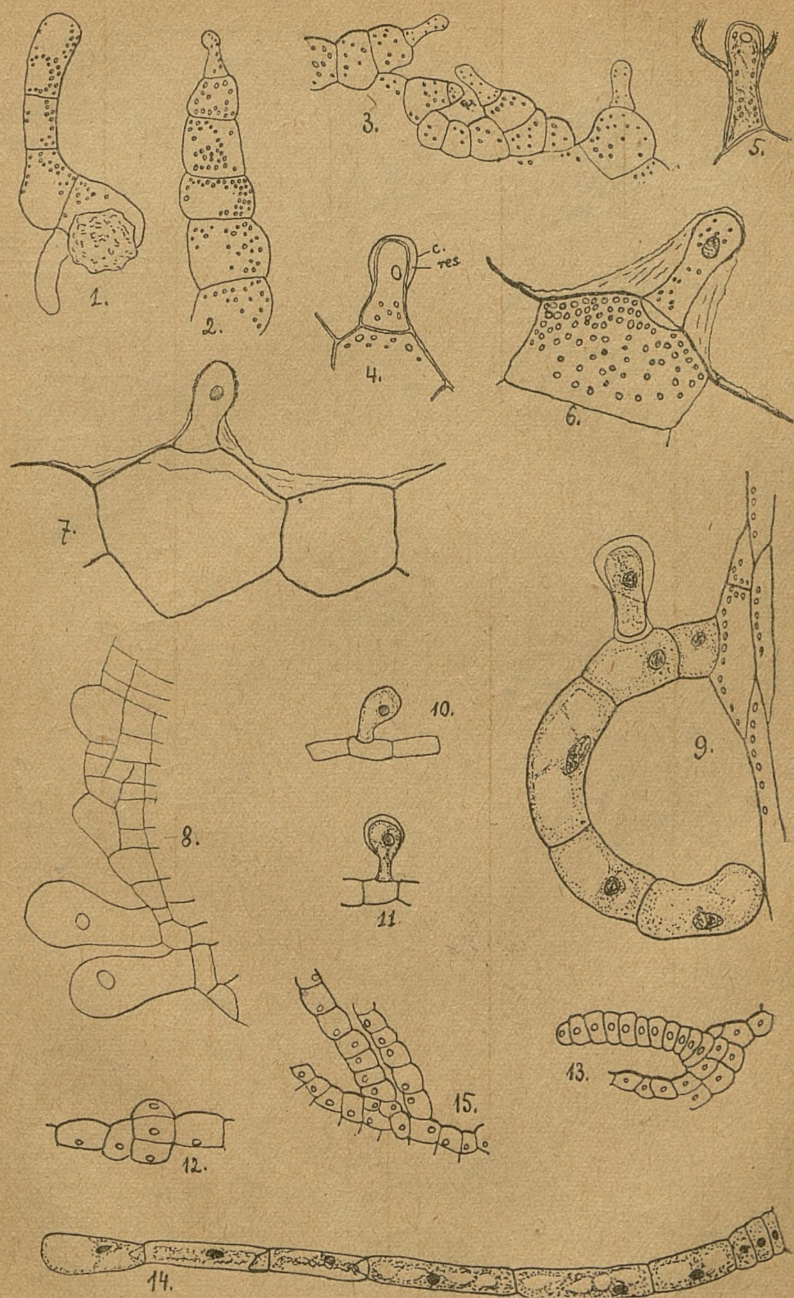
[31]) *Poullsson*: Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 31 (1891) 97; 35 (1894) 97; 41 (1898) 246.

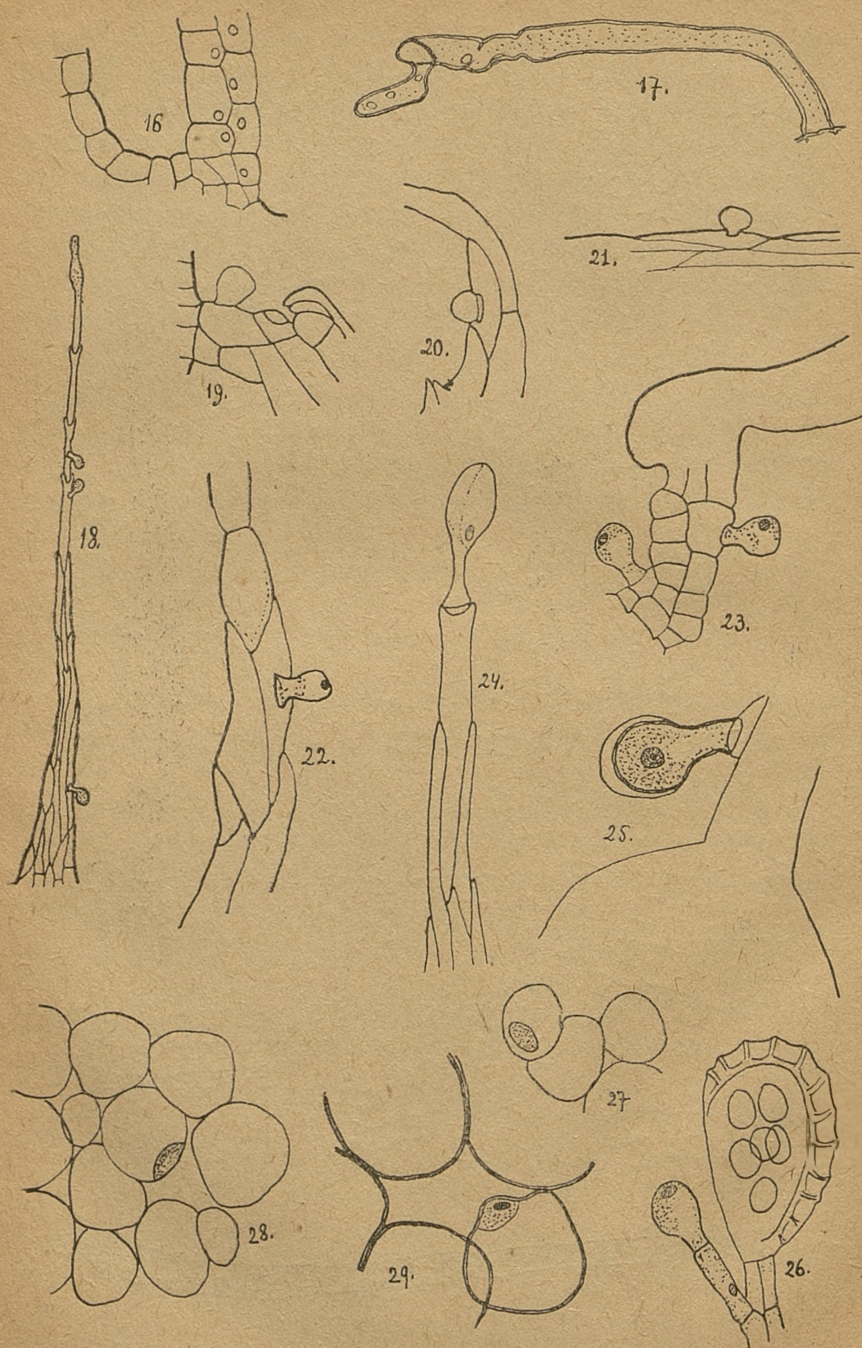
[32]) *Kobert*, Dr. R. „Lehrbuch der Intoklkationen", II Bd. S. 569.

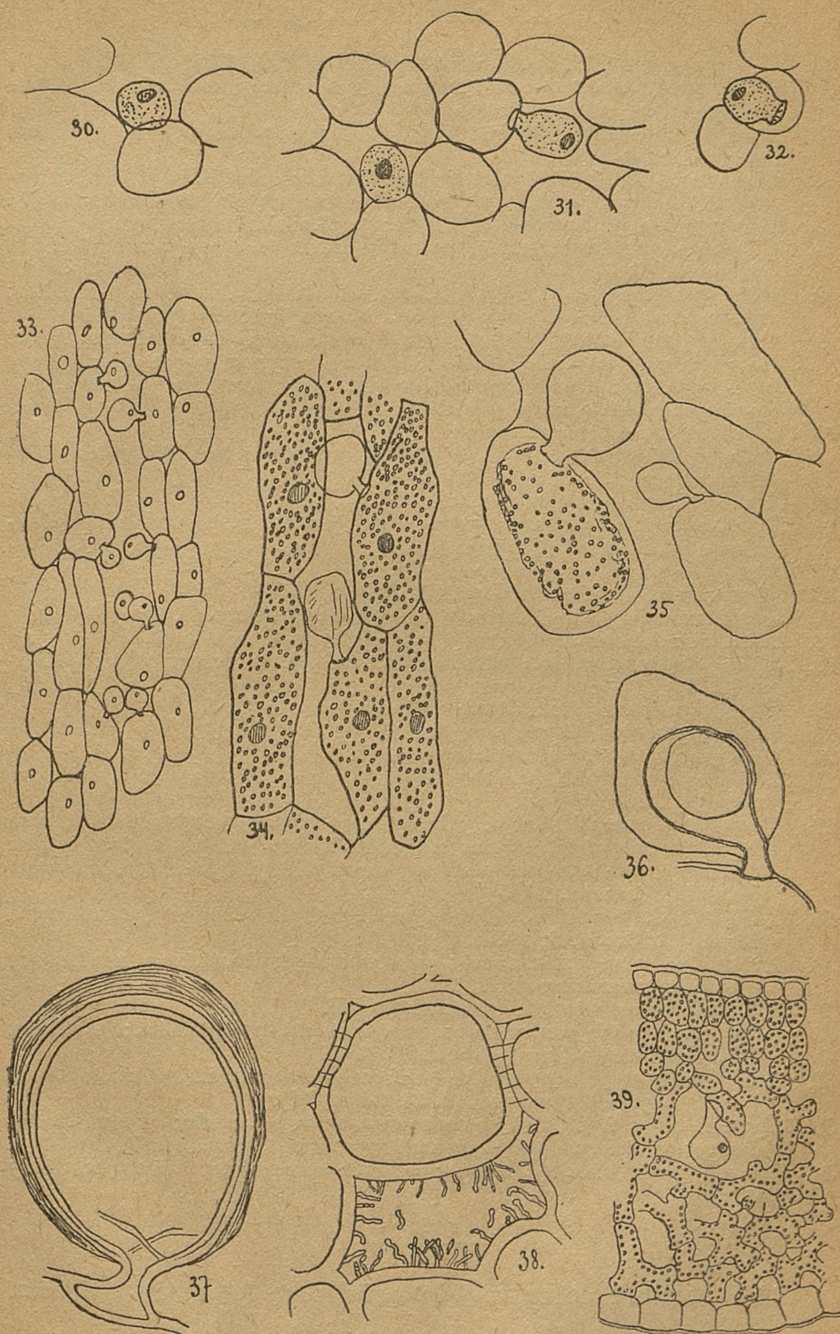
[33]) *Oesterle*, Dr. O. A.: „Grundiss der Pharmakochemie", Berlin 1909. str. 395—405.

[34]) *Tunmann*, dr. O.: „Pflanzenmikrochemie". Berlin 1913.

[35]) *Schneider*, dr Hans, *Zimmermann*, Prof. dr. A.: „Die Botanische Mikrotechnik". Jena 1922.


1.
2.
3.
c.
res
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11
12.
13.
14.
15.


16
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27
28.
29.


30.
31.
32.
33.
34.
35
36.
37
38.
39.

OBJAŚNIENIE RYSUNKÓW

1. Kiełkujący zarodnik Paprotnika lekarskiego (Ok. II. Obj. 5).
2. Bardzo młode przedrośle, składające się z 1 szeregu komórek, na szczycie wytworzył się włos gruczołowy.
3. Brzeg przedrośla z kilkoma włosami; jeden włos (wł.) we wczesnem stadjum rozwoju (II, 5).
4. Włos gruczołowy z przedrośla; widać zróżnicowanie ściany główki; naskórek (c) wraz z warstwą wydzielinotwórczą (res.) tworzy czepiec (II, 7).
5. Włos gruczołowy z brzegu przedrośla; czepiec uległ rozerwaniu (II, 7).

6 i 7. Włosy z brzegu przedrośla pokryte śluzem, który spływa na komórki przedrośla (II, 7).

8. Brzeg (szczyt) pierwszego liścia młodej roślinki wytworzonej na przedroślu; widoczne są wczesne studja rozwoju włosów gruczołowych (II, 7).
9. Nerw główny młodego liścia roślinki wytworzonej na przedroślu; widać wczesne stadjum rozwoju łuszczki (palea), przypominające członkowany włos ochronny. U nasady wyrasta włos gruczołowy z wyraźnie zróżnicowanym naskórkiem na główce (II, 7).

10, 11. Włosy z powierzchni kłącza (II, 5).

12. Powierzchnia kłącza; pierwsze stadjum rozwojowe łuszczki (palea), jako komórka wystająca ponad skórką (II, 5).
13. Dalsze stadjum rozwojowe łuszczki (II, 5).
14. Na szczycie młodej łuszczki, stanowiącej jeszcze szereg komórek wytwarza się włos produkujący śluz (II, 5).
15. Nasady łuszczek jednowarstwowe (II, 5).
16. Nasada łuszczki dwuwarstwowa (II, 5).
17. Jednokomórkowy włos ochronny z powierzchni kłącza (II, 5).
18. Łuszczka całobrzega z włosami gruczołowymi na blaszce (II, 3).

19, 20, 21. Stadja rozwojowe włosów gruczołowych na brzegu blaszki łuszczki (II, 5).

22. Włos gruczołowy na powierzchni blaszki łuszczki (II, 5).
23. Włosy gruczołowe na nasadzie łuszczki (II, 5).
24. Włos gruczołowy na szczycie łuszczki (II, 7).

25, 26. Włosy gruczołowe, jednokomórkowy i dwukomórkowy na trzonku zarodni (II, 7).

27. Wewnętrzne tkanki kłącza, mianowicie kilka komórek miękiszowych ze szczytowej części kłącza; na jednej z nich widoczny obraz z góry wczesnego stadjum powstawania wewnętrznego włosa gruczołowego (Komórki Schachta), (II, 5).

28, 29, 30, 31, 32. Stadja rozwojowe wewnętrznych włosów gruczołowych (28, 30, 31, 32: II, 5; 29: II, 7)

33. Przekrój podłużny przez kłącze; przestwór międzykomórkowy zawierający 8 włosów gruczołowych (II, 3)

34, 35. Różne formy włosów wewnętrznych (II, 5).

36. Włos gruczołowy wewnętrzny; pod naskórkiem wydzielina; wewnątrz główki pęcherzyk gazu (powietrza?) (II, 7).
37. Włos gruczołowy wewnętrzny; widoczne pod naskórkiem uwarstwienie warstwy wydzielinotwórczej (II, 8), tubus 180).
38. Skrawek przez 9 miesięcy przechowywany w glicerynie; w przestworze międzykomórkowym widać wykwit w postaci laseczek (II, 7).
39. Przekrój przez blaszkę liściową; w przestworze widać włos gruczołowy (II, 5).

Le resumé de ce travail poraître dans le numéro prochain.